

# 高精度宽量程单相电能计量芯片

# 90E21/22/23/24 数据手册

版本：1
2010 年 9 月 3 日

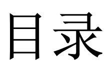
6024 Silver Creek Valley Road, San Jose, CA 95138

## 免责声明



## 生命支持政策





# 目录





# 表格列表





# 图形列表

# 产品特性

## 计量特性

- 芯片计量特性完全符合中国国家标准 GB/T17215.211-2006 (idt IEC62052-11)、GB/T17215.321-2008 (idt IEC62053-21)、GB/T 17215.323-2008 (idt IEC62053-23)的要求；芯片可应用于1级或2级单相有功电能表和2级单相无功电能表；
- 计量动态范围5000:1（典型值）内，有功电能准确度优于0.1%，无功电能准确度优于0.2%；
- 片上1.2V±2%电压基准源，温度系数典型值15ppm/℃；
- 在5000:1的动态范围内只需单点校准有功电能，无功电能不需要校准；
- 小电流情况下支持仪表常数加倍校验以节省校验时间；
- 电参量测量功能：电压/电流有效值、平均有功/无功/视在功率、频率、功率因数和相角的引用误差都小于±0.5%；
- 正反向有功/无功电能均具有独立的电能寄存器，有功/无功电能可由脉冲输出，亦可由电能寄存器读出以适应不同的应用场合；
- 可编程的起动和潜动功率阈值；
- L线和N线电流采样回路采用独立的ADC，并具有不同的回路增益；电流回路可选用锰铜或电流互感器(CT)进行采样，电压回路可选用电阻分压网络或电压互感器(PT)进行采样；
- L线和N线的计量方式可配置：防窃电模式（较大功率）、L模式（固定L线）、L+N模式（单相三线适用）和灵活模式（通过寄存器指定）；
- 防窃电模式下，L和N线功率比较阈值可编程设置；

## 其它特性

- 3.3V单电源供电，工作电压范围：2.8~3.6V；3.0~3.6V电压范围内保证芯片的计量准确度；芯片数字输入引脚可兼容5V系统；
- 内置滞回型上电复位电路；
- 标准的SPI接口或简化的三线准SPI接口，对所有寄存器的操作均为24个周期；
- 具有参数校验功能和可编程中断输出功能，能输出IRQ中断信号和WarnOut报警信号；
- 具有可配置的失压检测和过零输出功能；
- 各通道输入范围：
  - 电压通道（增益为1倍时）：120μVrms~600mVrms；
  - L线电流通道（增益为24倍时）：5μVrms~25mVrms；
  - N线电流通道（增益为1倍时）：120μVrms~600mVrms；
- 可编程的L线电流通道增益：1，4，8，16，24倍；可编程的N线电流通道增益：1，2，4倍；
- 提供L线和N线的失调补偿；
- CF1和CF2分别输出有功和无功电能脉冲，可用于校表或电能累计；
- 晶振频率：8.192MHz；芯片内置10pF电容，无需外置电容；
- 绿色SSOP28封装；
- 工作温度范围：-40℃~+85℃。

## 应用

- 90E21/22/23/24系列芯片适用于单相两线，单相三线和防窃电电能表的有功、无功电能计量。芯片具有的测量功能，亦可用于需要测量电压、电流等参量的电力仪表。

# 产品说明

90E21/22/23/24 是一款高精度宽量程的电能计量芯片，IDT特有的ADC和DSP技术确保了芯片在电网条件和外部环境变化时也能保持长期稳定性。

表-1 芯片功能列表

| 芯片型号 | 有功计量 | 无功计量 | N线计量 | 瞬时值测量 |
|---|---|---|---|---|
| 90E21 | √ | | | √ |
| 90E22 | √ | √ | | √ |
| 90E23 | √ | | √ | √ |
| 90E24 | √ | √ | √ | √ |

90E21/22/23/24均采用绿色SSOP28封装，引脚排列一致。本文所有涉及无功计量的部分仅适用于90E22/24，涉及N线计量和测量的部分仅适用于90E23/24。

# 功能模块图

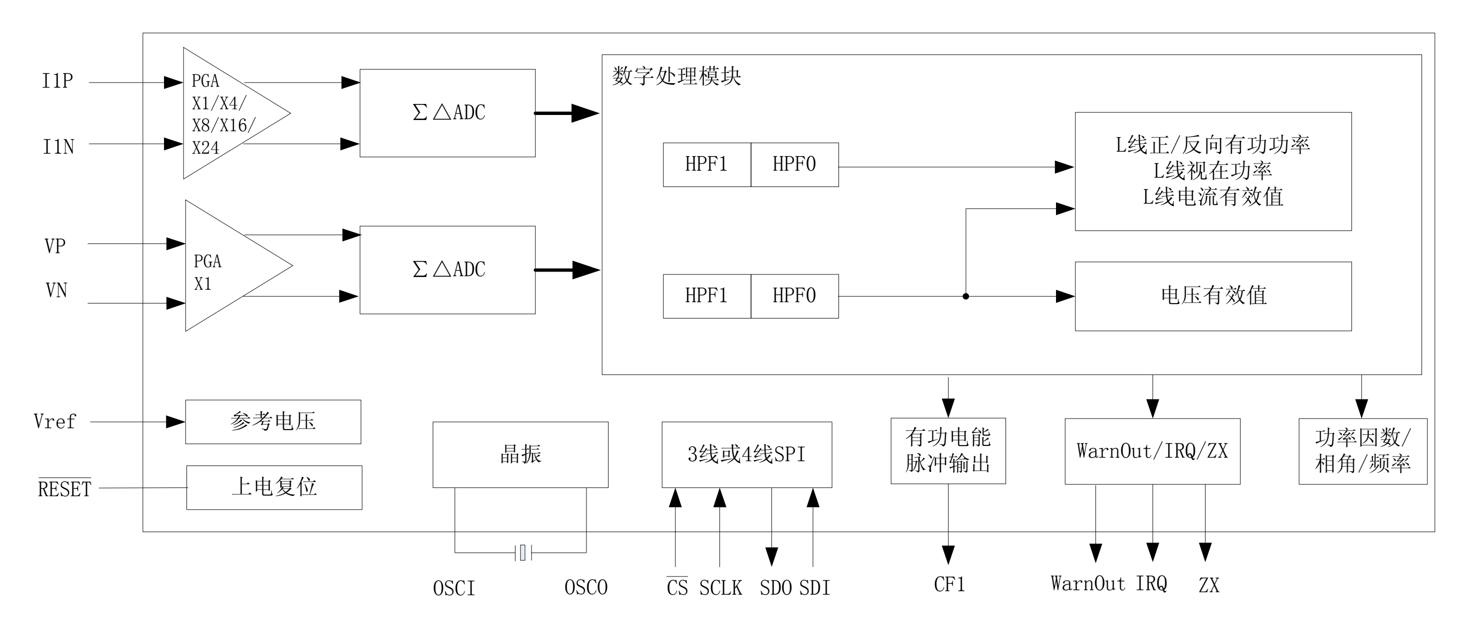



*图 -1　**90E21** 功能模块图*

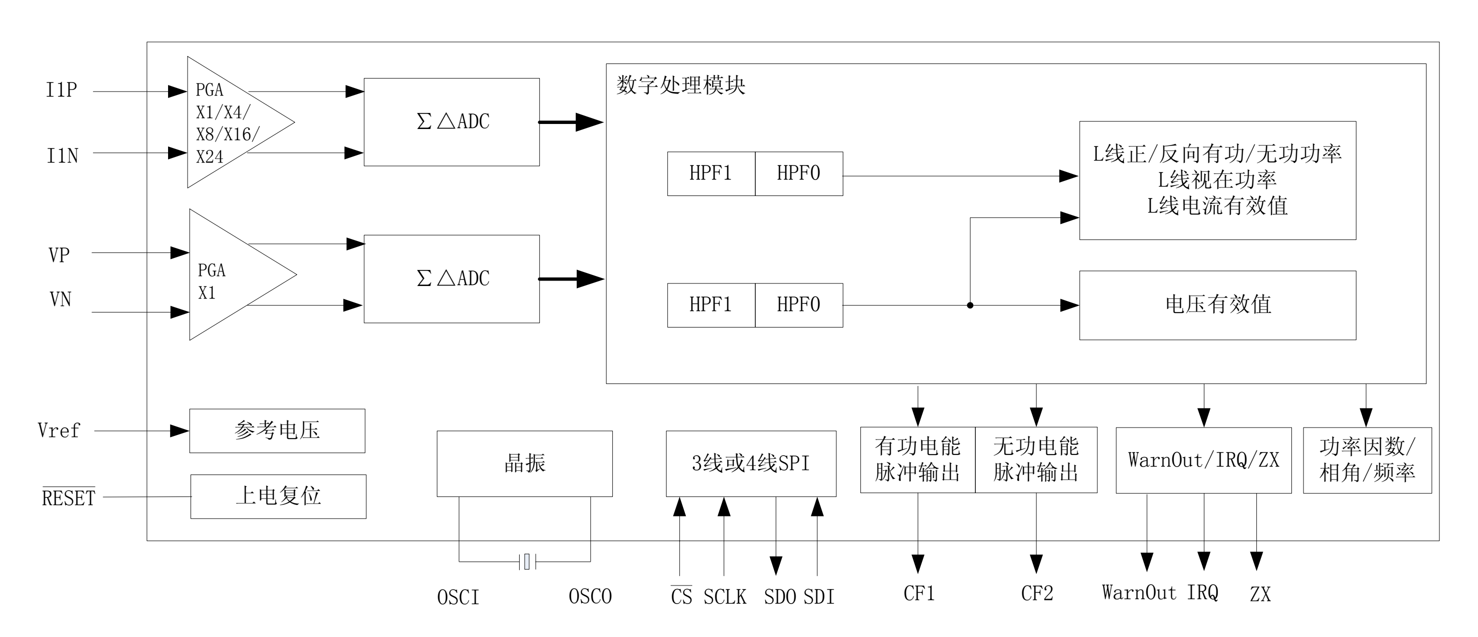



*图 -2　**90E22** 功能模块图*

*图 -3 **90E23** 功能模块图*

*图 -4 **90E24** 功能模块图*

# 1 引脚分布

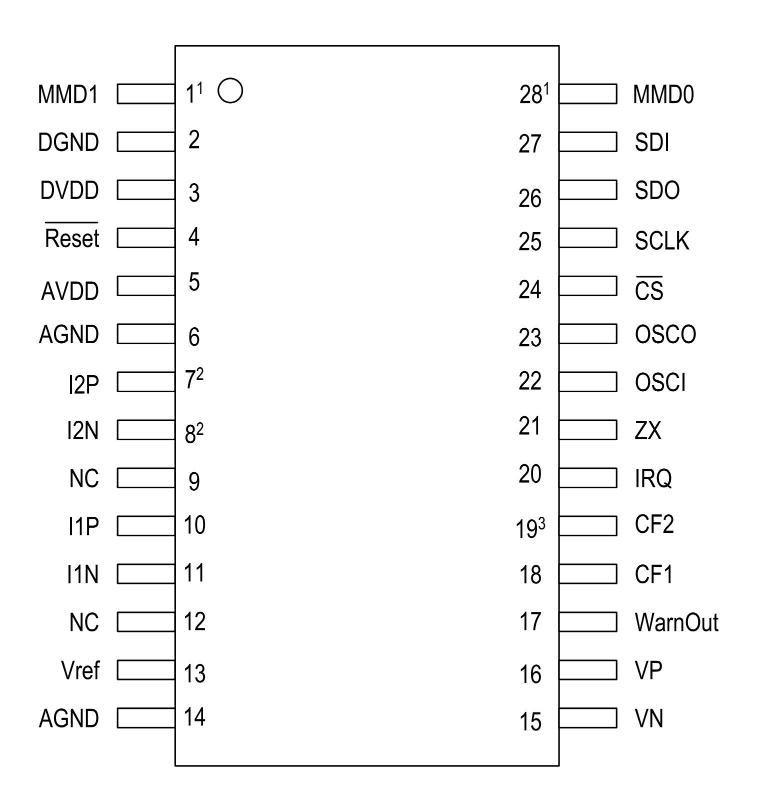



*图 -5 产品引脚分布（顶视图）*

**注 1**：引脚 1、28 为 90E23/24 专用，在 90E21/22 中，引脚 1 需接 DGND，引脚 28 需接 DVDD。

**注 2**：引脚 7、8 为 90E23/24 专用，在 90E21/22 中不要连接。

**注 3**：引脚 19 为 90E22/24 专用，在 90E21/23 中不要连接。

# 2 引脚说明

表 -2 引脚说明

| 名称 | 引脚编号 | I/O[1] | 类型 | 说明 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| $\overline{Reset}$ | 4 | I | LVTTL | **$\overline{Reset}$：复位 （低电平有效）**<br>该引脚应对地接 0.1μF 电容滤波。应用中也可与 MCU 的一个输出引脚直接相连。 |
| DVDD | 3 | I | Power | **DVDD：数字电源**<br>用于给芯片的数字部分供电。该引脚应外接10μF电解电容加0.1μF电容去耦。 |
| DGND | 2 | I | Power | **DGND：数字接地** |
| AVDD | 5 | I | Power | **AVDD：模拟电源**<br>用于给芯片的模拟部分供电。该引脚应以一 10Ω 电阻与 DVDD 相连，并外接 0.1μF 电容去耦。 |
| Vref | 13 | O | Analog | **Vref：1.2V 基准电压的输出**<br>该引脚应外接 1μF 和 1nF 电容去耦。 |
| AGND | 6, 14 | I | Power | **AGND：模拟接地** |
| I1P<br>I1N | 10<br>11 | I | Analog | **I1P：L 线电流信号输入正端**<br>**I1N：L 线电流信号输入负端**<br>L 线电流差分输入。通道增益为 24 倍时，信号输入范围为 5μVrms~25mVrms。 |
| I2P<br>I2N | 7<br>8 | I | Analog | **I2P：N 线电流信号输入正端**<br>**I2N：N 线电流信号输入负端**<br>N线电流差分输入。通道增益为1倍时，信号输入范围为120μVrms~600mVrms。<br>注：I2P 和 I2N 为 90E23/24 芯片特有引脚，在 90E21/22 中不要连接。 |
| VP<br>VN | 16<br>15 | I | Analog | **VP：电压信号输入正端**<br>**VN：电压信号输入负端**<br>电压差分输入。信号输入范围为 120μVrms~600mVrms。 |
| NC | 9, 12 | | | **NC：不要连接。** |
| $\overline{CS}$ | 24 | I | LVTTL | **$\overline{CS}$：SPI 片选信号**<br>在标准的四线 SPI 接口模式中，每一次读写操作都必须伴随一次 $\overline{CS}$ 脚从高到低的转换，并在整个读写操作过程中维持低电平。在三线 SPI 接口模式中，$\overline{CS}$ 脚须拉低。参见 4.1 节。 |
| SCLK | 25 | I | LVTTL | **SCLK：串行时钟**<br>该引脚用作 SPI 接口时钟。SDI 上的数据在 SCLK 的上升沿输入，SDO 的数据在 SCLK 的下降沿输出。 |
| SDO | 26 | OZ | LVTTL | **SDO：串行数据输出**<br>该引脚用作 SPI 接口数据输出。数据在 SCLK 的下降沿输出。 |
| SDI | 27 | I | LVTTL | **SDI：串行数据输入**<br>该引脚用作 SPI 接口数据输入。地址和数据在 SCLK 的上升沿输入。 |
| MMD1<br>MMD0 | 1<br>28 | I | LVTTL | **MMD1/0：配置计量模式**<br>00：防窃电模式（较大功率）；<br>01：L 模式 （固定 L 线）；<br>10：L+N 模式（单相三线适用）；<br>11：灵活模式 （通过 LNSel 位 （MMode，2BH）指定）。<br>注：MMD1/0 为 90E23/24 芯片特有引脚，在 90E21/22 中固定为 L 模式，MMD1 需接 DGND，MMD0 需接 DVDD。 |
| OSCI | 22 | I | LVTTL | **OSCI：外接晶体的输入端**<br>在 OSCI 和 OSCO 之间应接一个频率为 8.192 MHz 的晶体。<br>芯片内置 10pF 电容，无需外置电容。 |
| OSCO | 23 | O | LVTTL | **OSCO：外接晶体的输出端**<br>在 OSCI 和 OSCO 之间应接一个频率为 8.192 MHz 的晶体。<br>芯片内置 10pF 电容，无需外置电容。 |

表 -2 引脚说明 （续）

| 名称 | 引脚编号 | I/O[1] | 类型 | 说明 |
|---|---|---|---|---|
| CF1<br>CF2 | 18<br>19 | O | LVTTL | **CF1：有功电能脉冲输出**<br>**CF2：无功电能脉冲输出**<br>有功 / 无功电能脉冲输出引脚。<br>注：CF2 为 90E22/24 芯片特有引脚，在 90E21/23 中不要连接。 |
| ZX | 21 | O | LVTTL | **ZX：电压过零输出**<br>电压过零时，ZX 引脚输出高电平。过零方式可由 Zxcon[1:0] 位 （MMode，2BH）配置为正过零、负过零或全过零。 |
| IRQ | 20 | O | LVTTL | **IRQ：中断输出**<br>当系统状态字寄存器 （SysStatus，01H）中一位或多位数据被置位，IRQ 输出高电平。当系统状态字寄存器（SysStatus，01H）中无有效置位值，IRQ 自动恢复低电平。 |
| WarnOut | 17 | O | LVTTL | **WarnOut：严重错误报警引脚**<br>当计量参数校验错误或电压失压时，严重错误报警引脚 WarnOut 输出高电平。<br>参见 4.2 节。 |
| 注 1：除了 OSCI 之外，所有的数字输入引脚都兼容 5V 系统。 | | | | |

# 3 功能描述

## 3.1 计量动态范围

计量动态范围 5000:1（典型值）内，有功电能计量准确度优于 0.1%，无功电能计量准确度优于 0.2%。参见表 -3 和表 -4。

表 -3 有功计量的误差

| 电流 | 功率因数 | 误差 （%） |
|---|---|---|
| 20mA ≤ I < 50mA | 1.0 | ± 0.2 |
| 50mA ≤ I ≤ 100A | | ± 0.1 |
| 50mA ≤ I < 100mA | 0.5 感性<br>0.8 容性 | ± 0.2 |
| 100mA ≤ I ≤ 100A | | ± 0.1 |
| 注：锰铜电阻 250 μΩ，CT 电流变比 1000：1， 负载电阻 6Ω。 | | |

表 -4 无功计量的误差

| 电流 | sin φ （感性或容性） | 误差 （%） |
|---|---|---|
| 20mA ≤ I < 50mA | 1.0 | ± 0.4 |
| 50mA ≤ I ≤ 100A | | ± 0.2 |
| 50mA ≤ I < 100mA | 0.5 | ± 0.4 |
| 100mA ≤ I ≤ 100A | | ± 0.2 |
| 注：锰铜电阻 250 μΩ，CT 电流变比 1000：1， 负载电阻 6Ω。 | | |

## 3.2 起动与潜动功率

对于有功功率或无功功率，起动与潜动的阈值均可设置，其相关寄存器参见表 -5：

表 -5 起动与潜动阈值设置

| 阈值 | 寄存器 |
|---|---|
| 有功起动阈值 | PStartTh，27H |
| 有功潜动阈值 | PNolTh，28H |
| 无功起动阈值 | QStartTh，29H |
| 无功潜动阈值 | QNolTh，2AH |

在单位功率因数或者 sin φ 为 1 时，如果起动功率低于 20mA 对应的起动功率，芯片可在配置的起动功率所对应起动时间的 1.2 倍内起动。

芯片具有潜动状态位 Pnoload / Qnoload（EnStatus，46H）。在有功潜动状态下，芯片不输出有功脉冲 CF1。在无功潜动状态下，芯片不输出无功脉冲 CF2。

有功的起动功率的默认值为电流等于 0.4%Ib（基本电流）和单位功率因数时所对应的功率，无功的起动功率的默认值为电流等于 0.5%Ib 和 sin φ 等于 1 时所对应的功率。有功 / 无功潜动功率的默认值为 0。

## 3.3 电能寄存器

芯片提供了与有功 / 无功电能成正比的电能脉冲输出 CFx(CF1/CF2)。在电能表的系统应用中，电能的累计一般可采用 CFx 脉冲累加的方式进行。同时，芯片也具有电能寄存器，对有功和无功电能均提供了正向（感性）电能、反向（容性）电能和电能绝对值和寄存器。参见表 -6：

表 -6 电能寄存器

| 电能 | 寄存器 |
|---|---|
| 正向有功电能 | APenergy，40H |
| 反向有功电能 | ANenergy，41H |
| 有功电能绝对值和 | ATenergy，42H |
| 正向 （感性）无功电能 | RPenergy，43H |
| 反向 （容性）无功电能 | RNenergy，44H |
| 无功电能绝对值和 | RTenergy，45H |

所有电能寄存器均读后清零，电能量的最小分辨率为 0.1 个 CF，即电能寄存器的一个 LSB 对应 0.1 个电能脉冲。

## 3.4 N 线计量与防窃电功能

### 3.4.1 计量模式与 L、N 线电流采样增益配置

90E23 和 90E24 芯片有两个电流采样回路，具有 N 线计量与防窃电功能。芯片采用两个引脚 MMD1 和 MMD0 来配置计量方式。参见表 -7。

表 -7 计量模式

| MMD1 | MMD0 | 计量模式 | CFx （CF1 或 CF2）输出 |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 防窃电模式（较大功率） | CFx 代表较大功率的电能，参见 3.4.2 节。 |
| 0 | 1 | L 模式 （固定 L 线） | CFx 固定代表 L 线的电能。 |
| 1 | 0 | L+N 模式（单相三线适用） | CFx 代表 L 线和 N 线的电能算术和。 |
| 1 | 1 | 灵活模式（通过 LNSel 位（MMode，2BH）指定） | CFx 代表指定线的电能。 |

90E23 和 90E24 芯片具有两个电流采样回路，可配置不同的增益系数。L 线的增益选择为：1、4、8、16 和 24 倍，N 线的增益选择为：1、2 和 4 倍，由 MMode 寄存器 （2BH）设置。一般 L 线可选用锰铜电阻或电流互感器 （CT）采样。基于隔离考虑，N 线可选用 CT 采样。暂不支持 Rogowski 线圈采样。

### 3.4.2 防窃电模式

*比较阈值*

在防窃电模式下，L 线和 N 线功率差值的比较阈值可配置为：1%、2%、……、12%和 12.5%、6.25%、3.125%、1.5625%，共 16 种选择，由 Pthresh[3:0] 位（MMode，2BH）配置，上电默认值为 3.125%。阈值适用于有功电能，由有功选定的 L 线和 N 线也适用于无功。

*比较方法*

在防窃电模式下，功率差值的比较方法为：

如果当前是 L 线计量，当

$$\frac{\text{N线有功功率} - \text{L线有功功率}}{\text{L线有功功率}} * 100\% > \text{比较阈值}$$

则切换到 N 线计量，否则仍然维持 L 线计量。

如果当前是 N 线计量，当

$$\frac{\text{L线有功功率} - \text{N线有功功率}}{\text{N线有功功率}} * 100\% > \text{比较阈值}$$

则切换到 L 线计量，否则仍然维持 N 线计量。

该方法可以自动实现阈值附近的滞回处理。上电默认采用 L 线计量。

*功率较小时的特殊处理*

当功率较小时，量化误差、L 线与 N 线校表差异等常规因素可能引起功率差值超过设置的阈值。为保证 L 线和 N 线的正常起动，对于这种情况的处理方法为：

当 L 线和 N 线的功率均低于 8 倍起动功率但大于起动功率时，不再依功率差值的阈值进行判断，而是直接比较 L 线与 N 线的功率，以较大功率计量。

## 3.5 测量与过零输出功能

### 3.5.1 测量功能

芯片具有的测量量：

- 电压有效值
- 电流有效值（L 线 /N 线）
- 有功平均功率（L 线 /N 线）
- 无功平均功率（L 线 /N 线）
- 电压频率
- 功率因数（L 线 /N 线）
- 电压电流相角（L 线 /N 线）
- 视在平均功率（L 线 /N 线）

除频率外，上述测量量均采用引用误差计算，准确度等级优于 0.5 级（频率准确度优于 0.01Hz）。引用误差的计算方法如下：

$$\text{引用误差} = \frac{U_{mea} - U_{real}}{U_{FV}} * 100\%$$

其中 $U_{mea}$ 是电压测量值，$U_{real}$ 是实际电压值，$U_{FV}$ 是基准值。

芯片的测量格式遵循中国电力行业标准 DL/T645-2007 的要求，如表 -8 所列：

表 -8 芯片的测量格式

| 测量值 | 基准值 | DL/T645 要求格式 | 芯片定义格式 | 范围 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 电压有效值 | Un | XXX.X | XXX.XX | 0 ～ 655.35V | |
| 电流有效值[1,2] | Imax<br>取 4Ib | XXX.XXX | XX.XXX | 0 ～ 65.535A | |
| 有功 / 无功功率[1] | 最大功率<br>取 Un × 4Ib | XX.XXXX | XX.XXX | -32.768 ～ +32.767 kW/kvar | 补码，MSB 为符号位； |
| 视在功率[1] | Un × 4Ib | XX.XXXX | XX.XXX | 0 ～ +32.767 kVA | 补码，MSB 恒为 0； |
| 频率 | fn | XX.XX | XX.XX | 45.00 ～ 65.00 Hz | |
| 功率因数[3] | 1.000 | X.XXX | X.XXX | -1.000 ～ +1.000 | 有符号数，MSB 为符号位； |
| 相角[4] | 180° | XXX.X | XXX.X | -180° ～ +180° | 有符号数，MSB 为符号位； |

注 1：寄存器统一为 16 位，对于电流和有功 / 无功 / 视在功率可能超过上述范围的情况，建议在应用中由 MCU 自行处理，如在校表时将寄存器值校准到实际值的 1/2，应用中再乘以 2 即可。需要注意的是，如果实际电流是芯片电流的 2 倍，则实际的有功 / 无功 / 视在功率也是芯片功率的 2 倍。
注 2：在电流小于 15mA 时不保证准确度。注意在电流基准值是 5A，引用准确度是 0.5% 时，允许容差是 25mA。
注 3：功率因数由有功功率除以视在功率得到。
注 4：相角在 256KHz 的频率下，在电压 / 电流的过零点时获得。不保证在电流很小情况下的准确度。

### 3.5.2 过零输出

采样电压信号过零时，芯片的 ZX 引脚输出高电平。过零输出方式可由 Zxcon[1:0] 位（MMode，2BH）配置为正过零 / 负过零 / 全过零。参见 6.4 节。

过零信号可有助于一些操作，如典型智能电表应用中的继电器拉闸、载波发送等操作。

## 3.6 校表方法

*计量校准*

在整个动态范围内，只需要单点校表。

计量校准先在功率因数为 1 时校准增益，然后在功率因数为 0.5L 时校准角差。

然而，由于 L 线电流采样电路信号较小，因此，任何外部干扰，如电能表电源用变压器可能引起锰铜电阻上产生几十纳伏的感应电压，会产生可觉察到的计量误差，尤其在较小电流时。对于这种近乎恒定的外部干扰信号，芯片提供了功率失调的补偿。

N 线的校准应在 L 线校准完成后进行。无功部分不需要校准。

*测量校准*

在测量校准中，分别对电压有效值和电流有效值的增益进行校准。考虑到外部器件可能引起测量参数在零值附近的非线性，芯片还提供了电压有效值、电流有效值、有功平均功率、无功平均功率的失调补偿。

频率、相角、功率因数无需校准。

具体的校表方法可参见应用指南 AN-641。

## 3.7 复位

芯片具有滞回比较器式片上电源监测电路，在规定的电压范围内芯片才能正常工作。

芯片具有三种复位方式：上电复位、硬件复位和软件复位。复位后寄存器恢复到上电默认值。

上电复位：上电时，芯片自动上电复位。参见 6.3 节。

硬件复位：芯片具有外部复位引脚 $\overline{\text{Reset}}$，$\overline{\text{Reset}}$ 信号低电平有效，低电平脉冲长度应大于 200μs。

软件复位：芯片具有软件复位寄存器（SoftReset,00H），向该寄存器写入 789AH，芯片即自动复位。

# 4 芯片接口

## 4.1 SPI 接口

SPI 是一种全双工、同步的通信总线。芯片支持两种 SPI 模式：四线模式或三线模式。四线模式使用四个引脚：$\overline{CS}$、SCLK、SDI 和 SDO。三线模式使用三个引脚：SCLK、SDI 和 SDO。SDI 引脚的数据在 SCLK 的上升沿输入，SDO 引脚的数据在 SCLK 的下降沿输出。LastSPIData 寄存器（06H）存放有最近一次读写的 16 位数据。

### 4.1.1 四线模式

在标准四线模式中，$\overline{CS}$ 引脚在整个读写过程中必须置低。

*读序列*

如图 -6 所示，首先 SDI 置高标志为读操作，随后 SDI 上输入 7 位寄存器地址，然后该寄存器内 16 位数据在 SDO 上输出。一个完整的读操作包含 24 个 SCLK 周期。

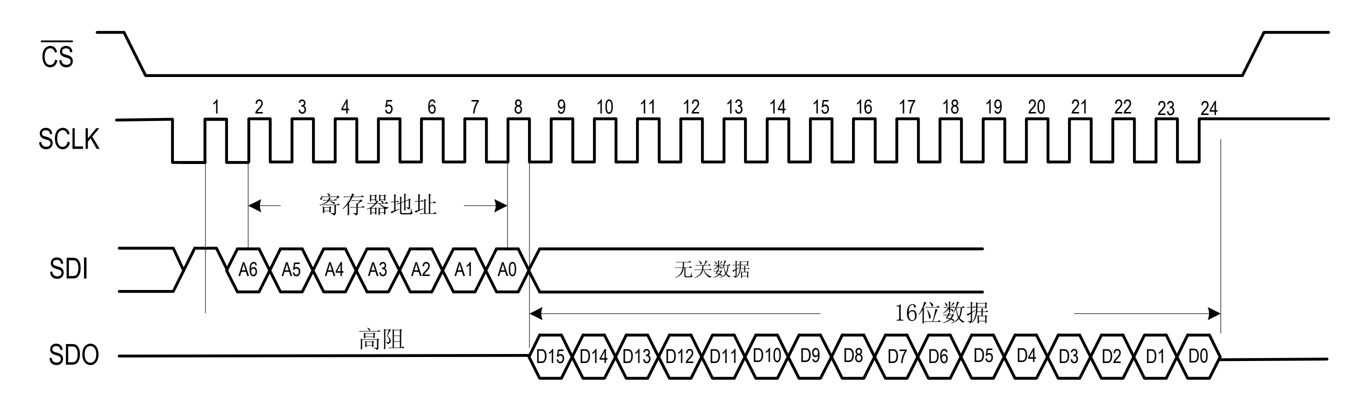



*图 -6 四线模式的读序列*

*写序列*

如图 -7 所示，首先 SDI 置低标志为写操作，随后 SDI 上输入 7 位寄存器地址，然后输入 16 位数据。一个完整的写操作包含 24 个 SCLK 周期。

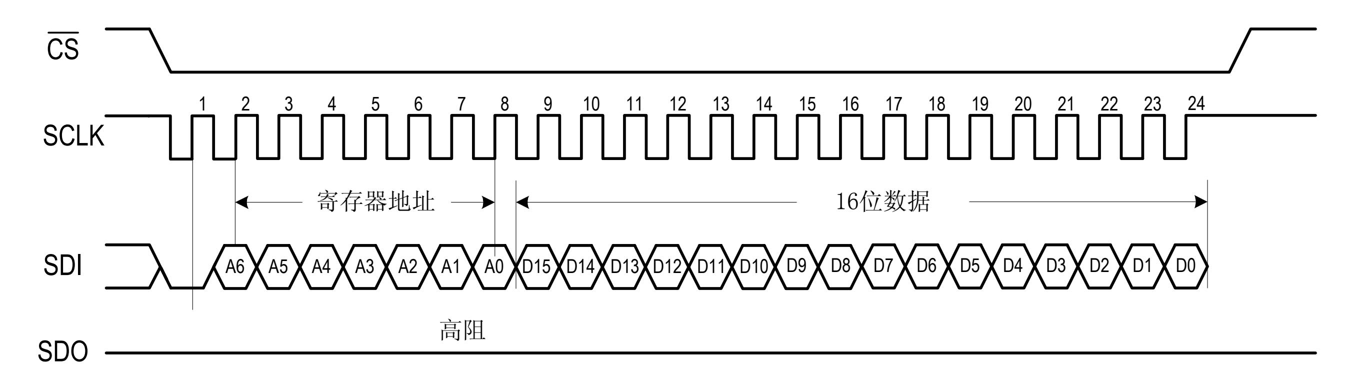



*图 -7 四线模式的写序列*

### 4.1.2 三线模式

在三线模式下，$\overline{CS}$ 引脚持续低电平。当没有任何操作时，SCLK 保持高电平。如果 SCLK 信号保持低电平 400µs 以上，会触发读写操作。随后的读写操作与四线模式类似。参见图 -8 和图 -9。

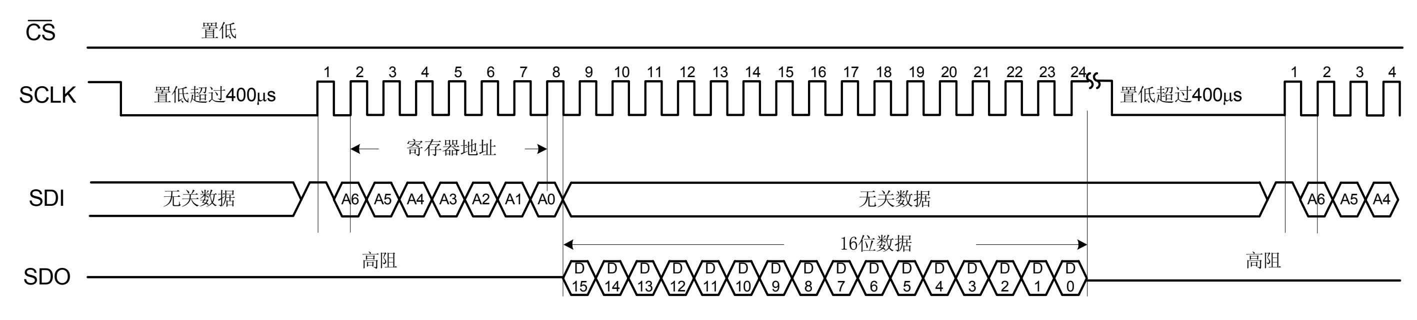



*图 -8 三线模式的读序列*

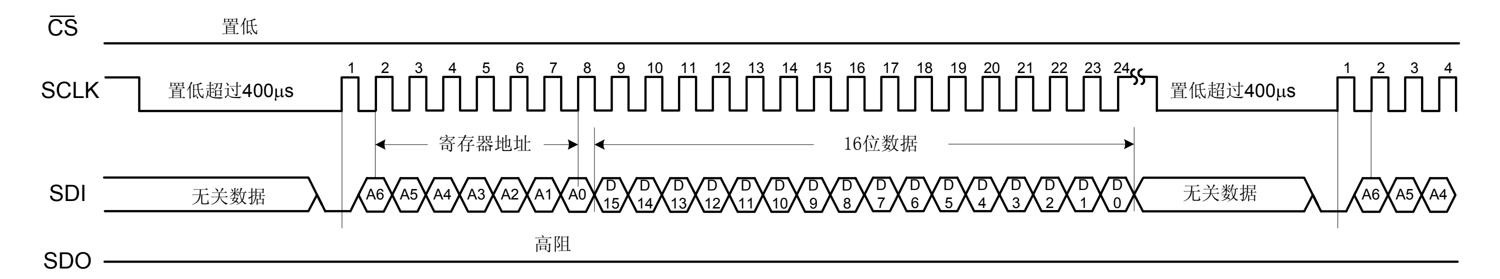



*图 -9 三线模式的写序列*

#### 4.1.3 超时和保护

无论三线还是四线模式，如果 SCLK 保持不变超过 6ms 即为超时，读写操作会中止。

如果 $\overline{CS}$ 置低（四线模式下）或者两个开始指令之间（三线模式下）超过 24 个 SCLK 周期，写操作会不使能，读操作会取前 24 个 SCLK 周期完成。但读取结果可能不正确。

在读操作时，如果地址无效，读出值为全 0。在写操作时，如果地址无效，没有任何寄存器会被写入。

表 -9 和表 -10 列出了各种情况下的读写结果：

表 -9 四线模式的读写结果

| 条件 | | | 结果 | |
|---|---|---|---|---|
| 操作 | 超时 | SCLK 周期数[1] | 读写操作 | LastSPIData 寄存器更新 |
| 读 | -[2] | >=24 | 读 | 是 |
| | -[2] | <24 | 部分读 | 否 |
| 写 | 无 | =24 | 写 | 是 |
| | 无 | !=24 | 不写 | 否 |
| | 有 | - | 不写 | 否 |

注 1：SCLK 周期数是指 $\overline{CS}$ 置低期间的 SCLK 周期数或者超时前的 SCLK 周期数。
注 2：- 表示不论超时与否。

表 -10 三线模式的读写结果

| 条件 | | | 结果 | |
|---|---|---|---|---|
| 操作 | 超时 | SCLK 周期数[1] | 读写操作 | LastSPIData 寄存器更新 |
| 读 | 无 | >=24[2] | 读 | 是 |
| | 24 周期后超时 | >24 | 读 | 是 |
| | 24 周期前超时 | -[3] | 部分读 | 否 |
| | 24 周期时超时 | =24 | 读 | 是 |
| 写 | 无 | =24 | 写 | 是 |
| | 无 | !=24 | 不写 | 否 |
| | 有 | - | 不写 | 否 |

注 1：SCLK 周期数是指两个开始指令之间的 SCLK 周期数或者超时前的 SCLK 周期数。
注 2：在三线模式，没有超时的情况下，不存在小于 24 个 SCLK 周期的情况，因为下一个操作的前几个 SCLK 周期会被算进这次操作。这种情况下，数据被毁坏。
注 3：- 表示无关数据。

## 4.2 严重报警 WARNOUT 引脚

芯片在两种情况下会通过 WarnOut 引脚发出严重报警：校验错误和失压。

*校验错误*

对于校表参数、计量配置等重要参数，芯片采用定期自动校验的方式实现芯片的可靠运行。在校验不正确时，CalErr[1:0] 位（SysStatus，01H）被置位，同时 WarnOut 引脚输出高电平，IRQ 引脚也输出高电平。计量部分不工作以防止上电时刻产生大量脉冲或在不正确参数下出现异常情况。

*失压*

在任意过零点开始的一个周期内，如果电压持续低于失压阈值，则认为发生失压。失压阈值由 SagTh 寄存器（03H）配置，参见 6.5 节。

当失压发生，SagWarn 位（SysStatus，01H）被置位，如果 FuncEn 寄存器（02H）允许失压通过 WarnOut 引脚报警，则该引脚输出高电平。该功能有助于减少系统应用中的掉电检测电路。同时，芯片采用检测交流侧电压的方式判断失压，消除了传统方法中整流电路中大电容的影响，可更早检测到失压的发生。

## 4.3 芯片与 MCU 隔离情况下的低成本功能实现

在芯片与MCU隔离情况下，以下功能的低成本实现方式为：

SPI：在芯片与 MCU 隔离情况下，MCU 可以通过低速光耦（例如NEC2501）完成读写操作。SPI接口可以是3线或者4线。

电能脉冲 CFx：电能可以通过读取相应电能寄存器中的电能值进行累计。CFx 也可直接连接至光耦用于校表，电能脉冲指示灯由 CFx 点亮。

严重报警 WarnOut：严重报警信息可通过读取 CalErr[1:0] 位（SysStatus，01H）的状态来获得。

中断 IRQ：中断信号可通过读取 SysStatus 寄存器（01）获得。

复位：将 789AH 写入复位寄存器（SoftReset，00H）可使芯片软件复位。

# 5 寄存器

## 5.1 寄存器列表

表 -11 寄存器列表

| 寄存器地址 | 寄存器名称 | 读写类型 | 功能说明 | 说明[1] | 所在页码 |
|---|---|---|---|---|---|
| 状态和特殊寄存器 | | | | | |
| 00H | SoftReset | 写 | 软件复位 | | P 20 |
| 01H | SysStatus | 读后清 | 系统状态字 | 各芯片有所不同[2,3] | P 21 |
| 02H | FuncEn | 读 / 写 | 功能起动 | 各芯片有所不同[2] | P 22 |
| 03H | SagTh | 读 / 写 | 失压阈值设置 | | P 22 |
| 04H | SmallPMod | 读 / 写 | 小功率模式 | | P 23 |
| 06H | LastSPIData | 读 | 上一次读 / 写 SPI 的值 | | P 23 |
| 计量校准和配置寄存器 | | | | | |
| 20H | CalStart | 读 / 写 | 计量参数校准起动命令 | | P 24 |
| 21H | PLconstH | 读 / 写 | 高频脉冲常数高字 | | P 24 |
| 22H | PLconstL | 读 / 写 | 高频脉冲常数低字 | | P 25 |
| 23H | Lgain | 读 / 写 | L 线校表增益 | | P 25 |
| 24H | Lphi | 读 / 写 | L 线校表角差 | | P 25 |
| 25H | Ngain | 读 / 写 | N 线校表增益 | 90E21/22 不适用[3] | P 26 |
| 26H | Nphi | 读 / 写 | N 线校表角差 | 90E21/22 不适用[3] | P 26 |
| 27H | PStartTh | 读 / 写 | 有功起动功率阈值 | | P 26 |
| 28H | PNolTh | 读 / 写 | 有功潜动功率阈值 | | P 27 |
| 29H | QStartTh | 读 / 写 | 无功起动功率阈值 | 90E21/23 不适用[2] | P 27 |
| 2AH | QNolTh | 读 / 写 | 无功潜动功率阈值 | 90E21/23 不适用[2] | P 27 |
| 2BH | MMode | 读 / 写 | 计量模式配置 | 各芯片有所不同[2,3] | P 28 |
| 2CH | CS1 | 读 / 写 | 校验码 1 | | P 30 |
| 测量校准寄存器 | | | | | |
| 30H | AdjStart | 读 / 写 | 测量参数校准起动命令 | | P 31 |
| 31H | Ugain | 读 / 写 | 电压有效值增益 | | P 31 |
| 32H | IgainL | 读 / 写 | L 线电流有效值增益 | | P 32 |
| 33H | IgainN | 读 / 写 | N 线电流有效值增益 | 90E21/22 不适用[3] | P 32 |
| 34H | Uoffset | 读 / 写 | 电压失调 | | P 32 |
| 35H | IoffsetL | 读 / 写 | L 线电流失调 | | P 33 |
| 36H | IoffsetN | 读 / 写 | N 线电流失调 | 90E21/22 不适用[3] | P 33 |
| 37H | PoffsetL | 读 / 写 | L 线有功功率失调 | | P 33 |
| 38H | QoffsetL | 读 / 写 | L 线无功功率失调 | 90E21/23 不适用[2] | P 34 |
| 39H | PoffsetN | 读 / 写 | N 线有功功率失调 | 90E21/22 不适用[3] | P 34 |
| 3AH | QoffsetN | 读 / 写 | N 线无功功率失调 | 90E21/22/23 不适用[2,3] | P 34 |
| 3BH | CS2 | 读 / 写 | 校验码 2 | | P 35 |
| 电能寄存器 | | | | | |
| 40H | APenergy | 读后清 | 正向有功电能 | | P 36 |
| 41H | ANenergy | 读后清 | 反向有功电能 | | P 36 |
| 42H | ATenergy | 读后清 | 有功电能绝对值和 | | P 37 |
| 43H | RPenergy | 读后清 | 正向 （感性）无功电能 | 90E21/23 不适用[2] | P 37 |
| 44H | RNenergy | 读后清 | 反向 （容性）无功电能 | 90E21/23 不适用[2] | P 37 |

表 -11 寄存器列表 （续）

| 寄存器地址 | 寄存器名称 | 读写类型 | 功能说明 | 说明[1] | 所在页码 |
|---|---|---|---|---|---|
| 45H | RTenergy | 读后清 | 无功电能绝对值和 | 90E21/23 不适用[2] | P 38 |
| 46H | EnStatus | 读 | 计量状态 | 各芯片有所不同[2,3] | P 39 |
| | | | **测量量寄存器** | | |
| 48H | Irms | 读 | L 线电流有效值 | | P 40 |
| 49H | Urms | 读 | 电压有效值 | | P 40 |
| 4AH | Pmean | 读 | L 线有功平均功率 | | P 41 |
| 4BH | Qmean | 读 | L 线无功平均功率 | 90E21/23 不适用[2] | P 41 |
| 4CH | Freq | 读 | 电压频率 | | P 41 |
| 4DH | PowerF | 读 | L 线功率因数 | | P 42 |
| 4EH | Pangle | 读 | L 线电压电流相角 | | P 42 |
| 4FH | Smean | 读 | L 线视在平均功率 | | P 42 |
| 68H | Irms2 | 读 | N 线电流有效值 | 90E21/22 不适用[3] | P 43 |
| 6AH | Pmean2 | 读 | N 线有功平均功率 | 90E21/22 不适用[3] | P 43 |
| 6BH | Qmean2 | 读 | N 线无功平均功率 | 90E21/22/23 不适用[2,3] | P 44 |
| 6DH | PowerF2 | 读 | N 线功率因数 | 90E21/22 不适用[3] | P 44 |
| 6EH | Pangle2 | 读 | N 线电压电流相角 | 90E21/22 不适用[3] | P 44 |
| 6FH | Smean2 | 读 | N 线视在平均功率 | 90E21/22 不适用[3] | P 45 |

注 1：本寄存器列表为 90E24 所具有的寄存器；
注 2：该寄存器为涉及无功电能的寄存器。90E21/23 不具有无功，因此该寄存器涉及无功的部分将无效；
注 3：该寄存器为涉及 N 线的寄存器，90E21/22 芯片不具有 N 线，因此该寄存器涉及 N 线的部分将无效。

## 5.2 状态和特殊寄存器

### SoftReset
### 软件复位

地址： 00H
类型： 写
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SoftReset15 | SoftReset14 | SoftReset13 | SoftReset12 | SoftReset11 | SoftReset10 | SoftReset9 | SoftReset8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| SoftReset7 | SoftReset6 | SoftReset5 | SoftReset4 | SoftReset3 | SoftReset2 | SoftReset1 | SoftReset0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | SoftReset[15:0] | 软件复位寄存器，写入 789AH，可软件复位芯片，写入其它值无效。 |

SysStatus
系统状态字

地址 : 01H
类型 : 读后清
默认值 : 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CalErr1 | CalErr0 | AdjErr1 | AdjErr0 | - | - | - | - |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| LNchange | RevQchg | RevPchg | - | - | - | SagWarn | - |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 14 | CalErr[1:0] | CS1 校验状态。<br>00：CS1 校验正确 （默认）<br>11：CS1 校验错误 , 同时 WarnOut 引脚输出高电平 |
| 13 - 12 | AdjErr[1:0] | CS2 校验状态。<br>00：CS2 校验正确 （默认）<br>11：CS2 校验错误 |
| 11 - 8 | - | 保留位。 |
| 7 | LNchange | 计量线路 （L 线和 N 线）有无改变。<br>0：无改变 （默认）<br>1：改变 |
| 6 | RevQchq | 无功电能方向有无改变。<br>0：无改变 （默认）<br>1：改变<br>该状态位的使能位为 RevQEn 位 （FuncEn，02H）。 |
| 5 | RevPchg | 有功电能方向有无改变。<br>0：无改变 （默认）<br>1：改变<br>该状态位的使能位为 RevPEn 位 （FuncEn，02H）。 |
| 4 - 2 | - | 保留位。 |
| 1 | SagWarn | 失压状态。<br>0：无失压 （默认）<br>1：失压<br>失压中断的使能位为 SagEn 位 （FuncEn，02H）。<br>失压通过 WarnOut 引脚报警的使能位为 SagWo 位 （FuncEn，02H）。 |
| 0 | - | 保留位。 |

注：上述任何事件的发生都会促使 IRQ 引脚输出高电平产生中断。

## FuncEn
## 功能启动

地址： 02H
类型： 读 / 写
默认值： 000CH

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| – | – | – | – | – | – | – | – |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| – | – | SagEn | SagWo | RevQEn | RevPEn | – | – |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 6 | - | 保留位。 |
| 5 | SagEn | 失压中断使能。<br>0：不使能 （默认）<br>1：使能 |
| 4 | SagWo | 失压通过 WarnOut 引脚报警使能。<br>0：不使能 （默认）<br>1：使能 |
| 3 | RevQEn | 无功电能方向发生改变中断使能。<br>0：不使能<br>1：使能 （默认） |
| 2 | RevPEn | 有功电能方向发生改变中断使能。<br>0：不使能<br>1：使能 （默认） |
| 1 - 0 | - | 保留位。 |

## SagTh
## 失压阈值设置

地址： 03H
类型： 读 / 写
默认值： 1D6AH

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SagTh15 | SagTh14 | SagTh13 | SagTh12 | SagTh11 | SagTh10 | SagTh9 | SagTh8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| SagTh7 | SagTh6 | SagTh5 | SagTh4 | SagTh3 | SagTh2 | SagTh1 | SagTh0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | SagTh15 - SagTh0 | 失压阈值设置。数据格式为 XXX.XX，单位为 V。<br>SagTh 的上电默认值取 22000*sqrt(2)*0.78/(4*Ugain/32768)， 对应 1D6AH。<br>具体的设置方法可参见应用指南 AN-641。 |

## SmallPMod
## 小功率模式

地址： 04H
类型： 读 / 写
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SmallPMod15 | SmallPMod14 | SmallPMod13 | SmallPMod12 | SmallPMod11 | SmallPMod10 | SmallPMod9 | SmallPMod8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| SmallPMod7 | SmallPMod6 | SmallPMod5 | SmallPMod4 | SmallPMod3 | SmallPMod2 | SmallPMod1 | SmallPMod0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | SmallPMod15 - SmallPMod0 | 小功率模式起动命令。<br>A987H：小功率模式。在此模式下，L 线和 N 线有功 / 无功功率寄存器值与正常模式下的功率的关系为：<br>正常模式功率 = 小功率模式下功率 *10*Igain*Ugain /2^42<br>其它值：正常模式。 |

## LastSPIData
## 上一次读 / 写 SPI 的值

地址： 06H
类型： 读
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LastSPIData15 | LastSPIData14 | LastSPIData13 | LastSPIData12 | LastSPIData11 | LastSPIData10 | LastSPIData9 | LastSPIData8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| LastSPIData7 | LastSPIData6 | LastSPIData5 | LastSPIData4 | LastSPIData3 | LastSPIData2 | LastSPIData1 | LastSPIData0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | LastSPIData15 - LastSPIData0 | 该寄存器存放 SPI 接口最新一次读写的数据。参见表 -9 和表 -10。 |

## 5.3 计量 / 测量的校准和配置

### 5.3.1 计量校准和配置寄存器

CalStart
计量参数校准起动命令

地址 : 20H
类型 : 读 / 写
默认值 : 6886H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CalStart15 | CalStart14 | CalStart13 | CalStart12 | CalStart11 | CalStart10 | CalStart9 | CalStart8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| CalStart7 | CalStart6 | CalStart5 | CalStart4 | CalStart3 | CalStart2 | CalStart1 | CalStart0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | CalStart[15:0] | 计量参数校准起动命令：<br>6886H: 上电默认值，不计量。<br>5678H：计量校准起始命令。写入 5678H 后即将 21H-2BH 寄存器恢复到上电默认值，芯片开始计量并输出电能脉冲，但不校核参数的正确性。CalErr[1:0] 位 (SysStatus, 01H) 不置位也不产生 WarnOut/IRQ 报警 / 中断。<br>8765H：自动校核 21H-2BH 寄存器数据的正确性。如果正确，则正常计量。如果不正确，则不计量，CalErr[1:0] 位 (SysStatus, 01H) 置位并产生 WarnOut 报警 /IRQ 中断。<br>其它值：不计量，CalErr[1:0] 位 (SysStatus, 01H) 置位并产生 WarnOut 报警 /IRQ 中断。 |

PLconstH
高频脉冲常数高字

地址 : 21H
类型 : 读 / 写
默认值 : 0015H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PLconstH15 | PLconstH14 | PLconstH13 | PLconstH12 | PLconstH11 | PLconstH10 | PLconstH9 | PLconstH8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| PLconstH7 | PLconstH6 | PLconstH5 | PLconstH4 | PLconstH3 | PLconstH2 | PLconstH1 | PLconstH0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | PLconstH[15:0] | PLconstH[15:0] 和 PLconstL[15:0] 分别为高频脉冲常数的高字和低字。<br>PL_Constant 是一个常数，它与电压电流采样比率成正比，与电表常数成反比。PL_Constant 是芯片内部电能累计的阈值，即芯片内部累计的电能大于 PL_Constant 就会累计在相应的电能寄存器并经由 CFx 输出。<br>建议PLconst的设置值为4的整数倍。在小电流状态下把电表常数加倍或者4倍可以节省校验时间。PLconstH 在 PLconstL 设置完成后才有效。<br>具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

PLconstL
高频脉冲常数低字

地址： 22H
类型： 读 / 写
默认值： D174H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PLconstL15 | PLconstL14 | PLconstL13 | PLconstL12 | PLconstL11 | PLconstL10 | PLconstL9 | PLconstL8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| PLconstL7 | PLconstL6 | PLconstL5 | PLconstL4 | PLconstL3 | PLconstL2 | PLconstL1 | PLconstL0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | PLconstL[15:0] | PLconstH[15:0] 和 PLconstL[15:0] 分别为高频脉冲常数的高字和低字。<br>建议 PLconst 的设置值为 4 的整数倍。具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

Lgain
L 线校表增益

地址： 23H
类型： 读 / 写
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lgain15 | Lgain14 | Lgain13 | Lgain12 | Lgain11 | Lgain10 | Lgain9 | Lgain8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Lgain7 | Lgain6 | Lgain5 | Lgain4 | Lgain3 | Lgain2 | Lgain1 | Lgain0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Lgain[15:0] | L 线校表增益，具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

Lphi
L 线校表角差

地址： 24H
类型： 读 / 写
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lphi15 | - | - | - | - | - | Lphi9 | Lphi8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Lphi7 | Lphi6 | Lphi5 | Lphi4 | Lphi3 | Lphi2 | Lphi1 | Lphi0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Lphi[15:0] | L 线校表角差，具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

## Ngain
## N 线校表增益

地址： 25H
类型： 读 / 写
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ngain15 | Ngain14 | Ngain13 | Ngain12 | Ngain11 | Ngain10 | Ngain9 | Ngain8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| Ngain7 | Ngain6 | Ngain5 | Ngain4 | Ngain3 | Ngain2 | Ngain1 | Ngain0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Ngain[15:0] | N 线校表增益，具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

## Nphi
## N 线校表角差

地址： 26H
类型： 读 / 写
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nphi15 | - | - | - | - | - | Nphi9 | Nphi8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| Nphi7 | Nphi6 | Nphi5 | Nphi4 | Nphi3 | Nphi2 | Nphi1 | Nphi0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Nphi[15:0] | N 线校表角差，具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

## PStartTh
## 有功起动功率阈值

地址： 27H
类型： 读 / 写
默认值： 08BDH

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PStartTh15 | PStartTh14 | PStartTh13 | PStartTh12 | PStartTh11 | PStartTh10 | PStartTh9 | PStartTh8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| PStartTh7 | PStartTh6 | PStartTh5 | PStartTh4 | PStartTh3 | PStartTh2 | PStartTh1 | PStartTh0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | PStartTh[15:0] | 有功起动功率阈值，具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

## PNolTh
有功潜动功率阈值

地址： 28H
类型： 读 / 写
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PNolTh15 | PNolTh14 | PNolTh13 | PNolTh12 | PNolTh11 | PNolTh10 | PNolTh9 | PNolTh8 |

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PNolTh7 | PNolTh6 | PNolTh5 | PNolTh4 | PNolTh3 | PNolTh2 | PNolTh1 | PNolTh0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | PNolTh[15:0] | 有功潜动功率阈值，具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

## QStartTh
无功起动功率阈值

地址： 29H
类型： 读 / 写
默认值： 0AECH

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| QStartTh15 | QStartTh14 | QStartTh13 | QStartTh12 | QStartTh11 | QStartTh10 | QStartTh9 | QStartTh8 |

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| QStartTh7 | QStartTh6 | QStartTh5 | QStartTh4 | QStartTh3 | QStartTh2 | QStartTh1 | QStartTh0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | QStartTh[15:0] | 无功起动功率阈值，具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

## QNolTh
无功潜动功率阈值

地址： 2AH
类型： 读 / 写
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| QNolTh15 | QNolTh14 | QNolTh13 | QNolTh12 | QNolTh11 | QNolTh10 | QNolTh9 | QNolTh8 |

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| QNolTh7 | QNolTh6 | QNolTh5 | QNolTh4 | QNolTh3 | QNolTh2 | QNolTh1 | QNolTh0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | QNolTh[15:0] | 无功潜动功率阈值，具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

MMode
## 计量模式配置

地址 : 2BH
类型 : 读 / 写
默认值 : 9422H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lgain2 | Lgain1 | Lgain0 | Ngain1 | Ngain0 | LNSel | DisHPF1 | DisHPF0 |

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Amod | Rmod | ZXCon1 | ZXCon0 | Pthresh3 | Pthresh2 | Pthresh1 | Pthresh0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 13 | Lgain[2:0] | L 线电流通道增益设置，默认值为 100 |
| 12 - 11 | Ngain[1:0] | N 线电流通道增益设置<br>00：2 倍<br>01：4 倍<br>10：1 倍 （默认值）<br>11：1 倍 |
| 10 | LNSel | 当计量模式由 MMD1 和 MMD0 引脚设置为灵活模式时，由该位选择当前计量线<br>0：N 线<br>1：L 线 （默认值） |
| 9 - 8 | DisHPF[1:0] | ADC 后高通滤波器 HFP 的配置。每通道具有两个串联的一阶高通滤波器 HPF1 和 HPF0，所有通道的 HFP 配置相同： |
| 7 | Amod | 有功脉冲 CF1 输出方式：<br>0：正向或反向电能脉冲输出 （默认值）<br>1：电能绝对值和脉冲输出 |
| 6 | Rmod | 无功脉冲 CF2 输出方式：<br>0：正向（感性）或反向（容性）电能脉冲输出 （默认值）<br>1：电能绝对值和脉冲输出 |

Lgain[2:0]：

| Lgain2 | Lgain1 | Lgain0 | 电流通道增益 |
|---|---|---|---|
| 1 | X | X | 1 倍 |
| 0 | 0 | 0 | 4 倍 |
| 0 | 0 | 1 | 8 倍 |
| 0 | 1 | 0 | 16 倍 |
| 0 | 1 | 1 | 24 倍 |

DisHPF[1:0]：

| DisHPF1 | DisHPF 0 | 高通滤波器配置 |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 使能 HPF1 和 HPF0 （默认值） |
| 0 | 1 | 使能 HPF1，不使能 HPF0 |
| 1 | 0 | 不使能 HPF1，使能 HPF0 |
| 1 | 1 | 不使能 HPF1 和 HPF0 |

<table>
<tr><td>5 - 4</td><td>Zxcon[1:0]</td><td>过零信号的配置方式。过零发生时，ZX 引脚输出一宽度为 5ms 的高电平。<br>00：正过零<br>01：负过零<br>10：全过零，即正过零和负过零 （默认值）<br>11：不输出过零信号</td></tr>
<tr><td>3 - 0</td><td>Pthresh[3:0]</td><td>防窃电模式下的 L 线和 N 线功率比较阈值设置：
<table>
<tr><th>Pthresh3</th><th>Pthresh2</th><th>Pthresh1</th><th>Pthresh0</th><th>功率比较阈值</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>12.5%</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>6.25%</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>3.125%（默认值）</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1.5625%</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1%</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>2%</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>3%</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>4%</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>5%</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>6%</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>7%</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>8%</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>9%</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>10%</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>11%</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>12%</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

## CS1
## 校验码 1

地址： 2CH
类型： 读 / 写
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CS1_15 | CS1_14 | CS1_13 | CS1_12 | CS1_11 | CS1_10 | CS1_9 | CS1_8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| CS1_7 | CS1_6 | CS1_5 | CS1_4 | CS1_3 | CS1_2 | CS1_1 | CS1_0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | CS1[15:0] | CS1 寄存器需在 21H-2BH 寄存器配置完成后写入。假设 21H-2BH 寄存器的高字和低字如下表所示： |

| 寄存器地址 | 高字 | 低字 |
|---|---|---|
| 21H | $H_{21}$ | $L_{21}$ |
| 22H | $H_{22}$ | $L_{22}$ |
| 23H | $H_{23}$ | $L_{23}$ |
| 24H | $H_{24}$ | $L_{24}$ |
| 25H | $H_{25}$ | $L_{25}$ |
| 26H | $H_{26}$ | $L_{26}$ |
| 27H | $H_{27}$ | $L_{27}$ |
| 28H | $H_{28}$ | $L_{28}$ |
| 29H | $H_{29}$ | $L_{29}$ |
| 2AH | $H_{2A}$ | $L_{2A}$ |
| 2BH | $H_{2B}$ | $L_{2B}$ |

CS1 寄存器值的计算方法如下：

2CH 寄存器低字 : $L_{2C}$=MOD($H_{21}$+$H_{22}$+...+$H_{2B}$+$L_{21}$+$L_{22}$+...+$L_{2B}$, 2^8)，MOD 为取模

2CH 寄存器高字 : $H_{2C}$=$H_{21}$ XOR $H_{22}$ XOR ... XOR $H_{2B}$ XOR $L_{21}$ XOR $L_{22}$ XOR ... XOR $L_{2B}$，XOR 为异或

芯片定期计算 CS1 值。如果 CS1 寄存器值与芯片计算的 CS1 值不一致且 CalStart 寄存器值为 8765H，则 CalErr[1:0] 位 (SysStatus, 01H) 置位，同时 WarnOut 和 IRQ 引脚输出高电平。

注：CS1 寄存器的读出值为芯片计算值，与芯片被写入的值不同。

## 5.3.2 测量校准寄存器

### AdjStart
### 测量参数校准起动命令

地址： 30H
类型： 读 / 写
默认值： 6886H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AdjStart15 | AdjStart14 | AdjStart13 | AdjStart12 | AdjStart11 | AdjStart10 | AdjStart9 | AdjStart8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| AdjStart7 | AdjStart6 | AdjStart5 | AdjStart4 | AdjStart3 | AdjStart2 | AdjStart1 | AdjStart0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | AdjStart[15:0] | 测量参数校准起动命令：<br>6886H：上电默认值，芯片不测量；<br>5678H：测量参数校准起动命令。写入 5678H 后即将 31H-3AH 寄存器恢复到上电默认值，芯片开始测量，但不校核参数的正确性。AdjErr[1:0] 位 (SysStatus, 01H) 不置位也不产生 IRQ 中断；<br>8765H：自动校核 31H-3AH 寄存器数据的正确性。如果正确，则正常测量；如果不正确，则不测量。AdjErr[1:0] 位 (SysStatus, 01H) 置位并产生 IRQ 中断；<br>其它值：芯片不测量。AdjErr[1:0] 位 (SysStatus, 01H) 置位并产生 IRQ 中断。 |

### Ugain
### 电压有效值增益

地址： 31H
类型： 读 / 写
默认值： 6720H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ugain15 | Ugain14 | Ugain13 | Ugain12 | Ugain11 | Ugain10 | Ugain9 | Ugain8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Ugain7 | Ugain6 | Ugain5 | Ugain4 | Ugain3 | Ugain2 | Ugain1 | Ugain0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Ugain[15:0] | 电压有效值增益，具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。<br>注：Ugain15 只能写 0。 |

## IgainL
## L 线电流有效值增益

地址 : 32H
类型 : 读 / 写
默认值 : 7A13H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IgainL15 | IgainL14 | IgainL13 | IgainL12 | IgainL11 | IgainL10 | IgainL9 | IgainL8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| IgainL7 | IgainL6 | IgainL5 | IgainL4 | IgainL3 | IgainL2 | IgainL1 | IgainL0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | IgainL[15:0] | L 线电流有效值增益，具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

## IgainN
## N 线电流有效值增益

地址 : 33H
类型 : 读 / 写
默认值 : 7530H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IgainN15 | IgainN14 | IgainN13 | IgainN12 | IgainN11 | IgainN10 | IgainN9 | IgainN8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| IgainN7 | IgainN6 | IgainN5 | IgainN4 | IgainN3 | IgainN2 | IgainN1 | IgainN0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | IgainN[15:0] | N 线电流有效值增益，具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

## Uoffset
## 电压失调

地址 : 34H
类型 : 读 / 写
默认值 : 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Uoffset15 | Uoffset14 | Uoffset13 | Uoffset12 | Uoffset11 | Uoffset10 | Uoffset9 | Uoffset8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| Uoffset7 | Uoffset6 | Uoffset5 | Uoffset4 | Uoffset3 | Uoffset2 | Uoffset1 | Uoffset0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Uoffset[15:0] | 电压失调，具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

IoffsetL
L 线电流失调

地址： 35H
类型： 读 / 写
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IoffsetL15 | IoffsetL14 | IoffsetL13 | IoffsetL12 | IoffsetL11 | IoffsetL10 | IoffsetL9 | IoffsetL8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| IoffsetL7 | IoffsetL6 | IoffsetL5 | IoffsetL4 | IoffsetL3 | IoffsetL2 | IoffsetL1 | IoffsetL0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | IoffsetL[15:0] | L 线电流失调，具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

IoffsetN
N 线电流失调

地址： 36H
类型： 读 / 写
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IoffsetN15 | IoffsetN14 | IoffsetN13 | IoffsetN12 | IoffsetN11 | IoffsetN10 | IoffsetN9 | IoffsetN8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| IoffsetN7 | IoffsetN6 | IoffsetN5 | IoffsetN4 | IoffsetN3 | IoffsetN2 | IoffsetN1 | IoffsetN0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | IoffsetN[15:0] | N 线电流失调，具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

PoffsetL
L 线有功功率失调

地址： 37H
类型： 读 / 写
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PoffsetL15 | PoffsetL14 | PoffsetL13 | PoffsetL12 | PoffsetL11 | PoffsetL10 | PoffsetL9 | PoffsetL8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| PoffsetL7 | PoffsetL6 | PoffsetL5 | PoffsetL4 | PoffsetL3 | PoffsetL2 | PoffsetL1 | PoffsetL0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | PoffsetL[15:0] | L 线有功功率失调。<br>补码，MSB 为符号位。具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

QoffsetL
L 线无功功率失调

地址： 38H
类型： 读 / 写
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| QoffsetL15 | QoffsetL14 | QoffsetL13 | QoffsetL12 | QoffsetL11 | QoffsetL10 | QoffsetL9 | QoffsetL8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| QoffsetL7 | QoffsetL6 | QoffsetL5 | QoffsetL4 | QoffsetL3 | QoffsetL2 | QoffsetL1 | QoffsetL0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | QoffsetL[15:0] | L 线无功功率失调。<br>补码，MSB 为符号位。具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

PoffsetN
N 线有功功率失调

地址： 39H
类型： 读 / 写
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PoffsetN15 | PoffsetN14 | PoffsetN13 | PoffsetN12 | PoffsetN11 | PoffsetN10 | PoffsetN9 | PoffsetN8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| PoffsetN7 | PoffsetN6 | PoffsetN5 | PoffsetN4 | PoffsetN3 | PoffsetN2 | PoffsetN1 | PoffsetN0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | PoffsetN[15:0] | N 线有功功率失调。<br>补码，MSB 为符号位。具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

QoffsetN
N 线无功功率失调

地址： 3AH
类型： 读 / 写
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| QoffsetN15 | QoffsetN14 | QoffsetN13 | QoffsetN12 | QoffsetN11 | QoffsetN10 | QoffsetN9 | QoffsetN8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| QoffsetN7 | QoffsetN6 | QoffsetN5 | QoffsetN4 | QoffsetN3 | QoffsetN2 | QoffsetN1 | QoffsetN0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | QoffsetN[15:0] | N 线无功功率失调。<br>补码，MSB 为符号位。具体的计算方法可参见应用指南 AN-641。 |

CS2
校验码 2

地址： 3BH
类型： 读 / 写
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CS2_15 | CS2_14 | CS2_13 | CS2_12 | CS2_11 | CS2_10 | CS2_9 | CS2_8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| CS2_7 | CS2_6 | CS2_5 | CS2_4 | CS2_3 | CS2_2 | CS2_1 | CS2_0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | CS2[15:0] | CS2 寄存器需在 31H-3AH 寄存器配置完成后写入。假设 31H-3AH 寄存器的高字和低字如下表所示： |

| 寄存器地址 | 高字 | 低字 |
|---|---|---|
| 31H | $H_{31}$ | $L_{31}$ |
| 32H | $H_{32}$ | $L_{32}$ |
| 33H | $H_{33}$ | $L_{33}$ |
| 34H | $H_{34}$ | $L_{34}$ |
| 35H | $H_{35}$ | $L_{35}$ |
| 36H | $H_{36}$ | $L_{36}$ |
| 37H | $H_{37}$ | $L_{37}$ |
| 38H | $H_{38}$ | $L_{38}$ |
| 39H | $H_{39}$ | $L_{39}$ |
| 3AH | $H_{3A}$ | $L_{3A}$ |

CS2 寄存器值的算法如下：

3BH 寄存器低字：$L_{3B}=MOD(H_{31}+H_{32}+...+H_{3A}+L_{31}+L_{32}+...+L_{3A}, 2\text{^}8)$，MOD 为取模

3BH 寄存器高字：$H_{3B}=H_{31}$ XOR $H_{32}$ XOR ... XOR $H_{3A}$ XOR $L_{31}$ XOR $L_{32}$ XOR ... XOR $L_{3A}$，XOR 为异或

芯片定期计算 CS2 值。如果 CS2 寄存器值与芯片计算的 CS2 值不一致且 AdjStart 寄存器值为 8765H，则 AdjErr[1:0] 位 （SysStatus，01H）置位。

注：CS2 寄存器的读出值为芯片计算值，与芯片被写入的值不同。

## 5.4 电能寄存器

*电能寄存器工作原理*

芯片内部电能的最小分辨率为 0.01 个脉冲，在 0.01 个脉冲发生期间，正反向电能抵消。当电能达到 0.01 个脉冲时，根据该 0.01 个脉冲的电能方向计入相应电能。有功 / 无功的绝对值和中，正反向电能不抵消。以有功为例，如：
T0 状态：正向电能累计值为 12.34 个脉冲，反向电能累计值为 1.23 个脉冲，
T0 到 T1 状态：出现 0.005 个正向脉冲，
T1 到 T2 状态：出现 0.004 个反向脉冲，
T2 到 T3 状态：出现 0.003 个反向脉冲。

| | T0 | T1 | T2 | T3 |
|---|---|---|---|---|
| 正向有功脉冲 | 12.34 | 12.345 | 12.341 | 12.34 |
| 反向有功脉冲 | 1.23 | 1.23 | 1.23 | 1.232 |
| 有功绝对值脉冲 | 15.57 | 15.575 | 13.579 | 13.582 |

当正 / 反向电能值或绝对值电能累计超过 0.1 个脉冲，相应的寄存器中数据更新。当正/反向电能值或绝对值电能累计超过1个脉冲，CFx 输出脉冲，并更新 REVP/REVQ 位 （EnStatus，46H）。
绝对值和的电能量可能大于正向与反向之和，如果系统应用中需要保证绝对值电能和与正反向电能的 ‘一致性’，可分别读取正向 / 反向电能后计算得出。

### APenergy
### 正向有功电能

地址 ： 40H
类型 ： 读后清
默认值 ： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| APenergy15 | APenergy14 | APenergy13 | APenergy12 | APenergy11 | APenergy10 | APenergy9 | APenergy8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| APenergy7 | APenergy6 | APenergy5 | APenergy4 | APenergy3 | APenergy2 | APenergy1 | APenergy0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | APenergy[15:0] | 正向有功电能， 读后清零。<br>数据格式为 XXXX.X 个脉冲， 分辨率为 0.1 个脉冲， 最大为 6553.5 个脉冲。 |

### ANenergy
### 反向有功电能

地址 ： 41H
类型 ： 读后清
默认值 ： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANenergy15 | ANenergy14 | ANenergy13 | ANenergy12 | ANenergy11 | ANenergy10 | ANenergy9 | ANenergy8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| ANenergy7 | ANenergy6 | ANenergy5 | ANenergy4 | ANenergy3 | ANenergy2 | ANenergy1 | ANenergy0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | ANenergy[15:0] | 反向有功电能， 读后清零。<br>数据格式为 XXXX.X 个脉冲， 分辨率为 0.1 个脉冲， 最大为 6553.5 个脉冲。 |

ATenergy
有功电能绝对值和

地址： 42H
类型： 读后清
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ATenergy15 | ATenergy14 | ATenergy13 | ATenergy12 | ATenergy11 | ATenergy10 | ATenergy9 | ATenergy8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| ATenergy7 | ATenergy6 | ATenergy5 | ATenergy4 | ATenergy3 | ATenergy2 | ATenergy1 | ATenergy0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | ATenergy[15:0] | 有功电能绝对值和， 读后清零。<br>数据格式为 XXXX.X 个脉冲，分辨率为 0.1 个脉冲，最大为 6553.5 个脉冲。 |

RPenergy
正向 （感性）无功电能

地址： 43H
类型： 读后清
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RPenergy15 | RPenergy14 | RPenergy13 | RPenergy12 | RPenergy11 | RPenergy10 | RPenergy9 | RPenergy8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| RPenergy7 | RPenergy6 | RPenergy5 | RPenergy4 | RPenergy3 | RPenergy2 | RPenergy1 | RPenergy0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | RPenergy[15:0] | 正向 （感性）无功电能， 读后清零。<br>数据格式为 XXXX.X 个脉冲，分辨率为 0.1 个脉冲，最大为 6553.5 个脉冲。 |

RNenergy
反向 （容性）无功电能

地址： 44H
类型： 读后清
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RNenergy15 | RNenergy14 | RNenergy13 | RNenergy12 | RNenergy11 | RNenergy10 | RNenergy9 | RNenergy8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| RNenergy7 | RNenergy6 | RNenergy5 | RNenergy4 | RNenergy3 | RNenergy2 | RNenergy1 | RNenergy0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | RNenergy[15:0] | 反向 （容性）无功电能， 读后清零。<br>数据格式为 XXXX.X 个脉冲，分辨率为 0.1 个脉冲，最大为 6553.5 个脉冲。 |

## RTenergy
## 无功电能绝对值和

地址： 45H
类型： 读后清
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RTenergy15 | RTenergy14 | RTenergy13 | RTenergy12 | RTenergy11 | RTenergy10 | RTenergy9 | RTenergy8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| RTenergy7 | RTenergy6 | RTenergy5 | RTenergy4 | RTenergy3 | RTenergy2 | RTenergy1 | RTenergy0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | RTenergy[15:0] | 无功电能绝对值和， 读后清零。<br>数据格式为 XXXX.X 个脉冲， 分辨率为 0.1 个脉冲， 最大为 6553.5 个脉冲。 |

## EnStatus
## 计量状态

地址：46H
类型：读
上电复位值：C800H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qnoload | Pnoload | RevQ | RevP | Lline | - | - | - |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| LNchange | RevQchg | RevPchg | - | - | - | LNMode1 | LNMode0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 | Qnoload | 指示当前是否处于无功潜动状态。<br>0：非潜动（无功）<br>1：潜动（无功） |
| 14 | Pnoload | 指示当前是否处于有功潜动状态。<br>0：非潜动（有功）<br>1：潜动（有功） |
| 13 | RevQ | 指示上一 CF2（无功输出）的方向。<br>0：无功正向<br>1：无功反向<br>注：当 CF2 输出设置为电能绝对值和时，该位恒为 0。 |
| 12 | RevP | 指示上一 CF1（有功输出）的方向。<br>0：有功正向<br>1：有功反向<br>注：当 CF1 输出设置为电能绝对值和时，该位恒为 0。 |
| 11 | Lline | 指示防窃电模式下当前计量采用的线路。<br>0：N 线<br>1：L 线 |
| 10 - 2 | - | 保留位。 |
| 1 - 0 | LNMode[1:0] | LNMode[1:0] 位指示引脚 MMD1 和 MMD0 的设置，其对应关系如下： |

| MMD1 引脚 | MMD0 引脚 | LNMode1 位 | LNMode0 位 | L/N 计量模式 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 防窃电模式（较大功率） |
| 0 | 1 | 0 | 1 | L 模式（固定 L 线） |
| 1 | 0 | 1 | 0 | L+N 模式（单相三线适用） |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 灵活模式（通过 LNSel 位（MMode，2BH）） |

## 5.5 测量量寄存器

Irms
L 线电流有效值

地址： 48H
类型： 读
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Irms15 | Irms14 | Irms13 | Irms12 | Irms11 | Irms10 | Irms9 | Irms8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| Irms7 | Irms6 | Irms5 | Irms4 | Irms3 | Irms2 | Irms1 | Irms0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Irms[15:0] | L 线电流有效值。<br>数据格式为 XX.XXX，对应 0 ～ 65.535A。<br>如果电流超过 65.535A，建议在应用中由 MCU 自行处理，如在校表时将寄存器值校准到实际值的 1/2，应用中再乘以 2 即可。 |

Urms
电压有效值

地址： 49H
类型： 读
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Urms15 | Urms14 | Urms13 | Urms12 | Urms11 | Urms10 | Urms9 | Urms8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| Urms7 | Urms6 | Urms5 | Urms4 | Urms3 | Urms2 | Urms1 | Urms0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Urms[15:0] | 电压有效值。<br>数据格式为 XXX.XX，对应 0 ～ 655.35V。 |

Pmean
L 线有功平均功率

地址： 4AH
类型： 读
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pmean15 | Pmean14 | Pmean13 | Pmean12 | Pmean11 | Pmean10 | Pmean9 | Pmean8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Pmean7 | Pmean6 | Pmean5 | Pmean4 | Pmean3 | Pmean2 | Pmean1 | Pmean0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Pmean[15:0] | L 线有功平均功率。<br>补码，MSB 为符号位。数据格式为 XX.XXX，对应 -32.768 ～ +32.767kW。<br>如果电流经过 MCU 倍数处理，芯片的功率与实际功率则存在与电流相同的倍数关系。 |

Qmean
L 线无功平均功率

地址： 4BH
类型： 读
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean15 | Qmean14 | Qmean13 | Qmean12 | Qmean11 | Qmean10 | Qmean9 | Qmean8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Qmean7 | Qmean6 | Qmean5 | Qmean4 | Qmean3 | Qmean2 | Qmean1 | Qmean0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Qmean[15:0] | L 线无功平均功率。<br>补码，MSB 为符号位。数据格式为 XX.XXX，对应 -32.768 ～ +32.767kvar。<br>如果电流经过 MCU 倍数处理，芯片的功率与实际功率则存在与电流相同的倍数关系。 |

Freq
电压频率

地址： 4CH
类型： 读
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Freq15 | Freq14 | Freq13 | Freq12 | Freq11 | Freq10 | Freq9 | Freq8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Freq7 | Freq6 | Freq5 | Freq4 | Freq3 | Freq2 | Freq1 | Freq0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Freq[15:0] | 电压频率。<br>数据格式为 XX.XX，频率测量范围为 45.00 ～ 65.00Hz。如 1388H 对应于 50.00Hz。 |

PowerF
L 线功率因数

地址 : 4DH
类型 : 读
默认值 : 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PowerF15 | PowerF14 | PowerF13 | PowerF12 | PowerF11 | PowerF10 | PowerF9 | PowerF8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| PowerF7 | PowerF6 | PowerF5 | PowerF4 | PowerF3 | PowerF2 | PowerF1 | PowerF0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | PowerF[15:0] | L 线功率因数。<br>有符号数，MSB 为符号位。数据格式为 X.XXX。功率因数范围：-1.000 ～ +1.000。如 03E8H 对应功率因数为 1.000，83E8H 对应功率因数为 -1.000。 |

Pangle
L 线电压电流相角

地址 : 4EH
类型 : 读
默认值 : 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pangle15 | Pangle14 | Pangle13 | Pangle12 | Pangle11 | Pangle10 | Pangle9 | Pangle8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| Pangle7 | Pangle6 | Pangle5 | Pangle4 | Pangle3 | Pangle2 | Pangle1 | Pangle0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Pangle[15:0] | L 线电压电流相角。<br>有符号数，MSB 为符号位。数据格式为 XXX.X。相角范围：-180.0 ～ +180.0 度。 |

Smean
L 线视在平均功率

地址 : 4FH
类型 : 读
默认值 : 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Smean15 | Smean14 | Smean13 | Smean12 | Smean11 | Smean10 | Smean9 | Smean8 |
| **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| Smean7 | Smean6 | Smean5 | Smean4 | Smean3 | Smean2 | Smean1 | Smean0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Smean[15:0] | L 线视在平均功率。<br>补码，MSB 恒为 0。数据格式为 XX.XXX，对应的功率为：0 ～ 32.767kVA。<br>如果电流经过 MCU 倍数处理，芯片的功率与实际功率则存在与电流相同的倍数关系。 |

Irms2
N 线电流有效值

地址： 68H
类型： 读
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Irms2_15 | Irms2_14 | Irms2_13 | Irms2_12 | Irms2_11 | Irms2_10 | Irms2_9 | Irms2_8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Irms2_7 | Irms2_6 | Irms2_5 | Irms2_4 | Irms2_3 | Irms2_2 | Irms2_1 | Irms2_0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Irms2[15:0] | N 线电流有效值。<br>数据格式为 XX.XXX，对应 0 ～ 65.535A。<br>如果电流超过 65.535A，建议在应用中由 MCU 自行处理，如在校表时将寄存器值校准到实际值的 1/2，应用中再乘以 2 即可。 |

Pmean2
N 线有功平均功率

地址： 6AH
类型： 读
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pmean2_15 | Pmean2_14 | Pmean2_13 | Pmean2_12 | Pmean2_11 | Pmean2_10 | Pmean2_9 | Pmean2_8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Pmean2_7 | Pmean2_6 | Pmean2_5 | Pmean2_4 | Pmean2_3 | Pmean2_2 | Pmean2_1 | Pmean2_0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Pmean2[15:0] | N 线有功平均功率。<br>补码，MSB 为符号位。数据格式为 XX.XXX，对应 -32.768 ～ +32.767kW。<br>如果电流经过 MCU 倍数处理，芯片的功率与实际功率则存在与电流相同的倍数关系。 |

Qmean2
N 线无功平均功率

地址 : 6BH
类型 : 读
默认值 : 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qmean2_15 | Qmean2_14 | Qmean2_13 | Qmean2_12 | Qmean2_11 | Qmean2_10 | Qmean2_9 | Qmean2_8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Qmean2_7 | Qmean2_6 | Qmean2_5 | Qmean2_4 | Qmean2_3 | Qmean2_2 | Qmean2_1 | Qmean2_0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Qmean2[15:0] | N 线无功平均功率。<br>补码，MSB 为符号位。数据格式为 XX.XXX，对应 -32.768 ～ +32.767kvar。<br>如果电流经过 MCU 倍数处理，芯片的功率与实际功率则存在与电流相同的倍数关系。 |

PowerF2
N 线功率因数

地址 : 6DH
类型 : 读
默认值 : 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PowerF2_15 | PowerF2_14 | PowerF2_13 | PowerF2_12 | PowerF2_11 | PowerF2_10 | PowerF2_9 | PowerF2_8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| PowerF2_7 | PowerF2_6 | PowerF2_5 | PowerF2_4 | PowerF2_3 | PowerF2_2 | PowerF2_1 | PowerF2_0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | PowerF2[15:0] | N 线功率因数。<br>有符号数，MSB 为符号位。数据格式为 X.XXX。功率因数范围：-1.000 ～ +1.000。如 03E8H 对应功率因数为 1.000，83E8H 对应功率因数为 -1.000。 |

Pangle2
N 线电压电流相角

地址 : 6EH
类型 : 读
默认值 : 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pangle2_15 | Pangle2_14 | Pangle2_13 | Pangle2_12 | Pangle2_11 | Pangle2_10 | Pangle2_9 | Pangle2_8 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Pangle2_7 | Pangle2_6 | Pangle2_5 | Pangle2_4 | Pangle2_3 | Pangle2_2 | Pangle2_1 | Pangle2_0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Pangle2[15:0] | N 线电压电流相角。<br>有符号数，MSB 为符号位。数据格式为 XXX.X，相角范围：-180.0 ～ +180.0 度。 |

Smean2
N 线视在平均功率

地址： 6FH
类型： 读
默认值： 0000H

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Smean2_15 | Smean2_14 | Smean2_13 | Smean2_12 | Smean2_11 | Smean2_10 | Smean2_9 | Smean2_8 |

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Smean2_7 | Smean2_6 | Smean2_5 | Smean2_4 | Smean2_3 | Smean2_2 | Smean2_1 | Smean2_0 |

| 位 | 名称 | 描述 |
|---|---|---|
| 15 - 0 | Smean2[15:0] | N 线视在平均功率。<br>补码，MSB 恒为 0。数据格式为 XX.XXX，对应的功率为：0 ～ 32.767kVA。<br>如果电流经过 MCU 倍数处理，芯片的功率与实际功率则存在与电流相同的倍数关系。 |

# 6 电气参数

## 6.1 技术指标

| 参数和说明 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 测试条件及注释 |
|---|---|---|---|---|---|
| **准确度** | | | | | |
| 电源直流抑制能力 PSRR | | | ± 0.1 | % | VDD=3.3V ± 0.3V，100Hz，I=5A,V=220V，L 线锰铜电阻 150μΩ,N 线 CT 变比 1000:1，采样电阻 4.8Ω |
| 电源交流抑制能力 PSRR | | | ± 0.1 | % | VDD=3.3V 叠加 400mVrms，100Hz 正弦信号，I=5A,V=220V，L 线锰铜电阻 150μΩ,N 线 CT 变比 1000:1，采样电阻 4.8Ω |
| 有功电能误差 （动态范围 5000:1） | | | ± 0.1 | % | L 线电流通道增益为 24 倍，N 线电流通道增益为 1 倍 |
| **通道性能** | | | | | |
| 采样频率 | | 8 | | KHz | |
| L 线电流通道等效输入噪声 | | | 19.1 | $nV/\sqrt{Hz}$ | 单边带噪声（测于 50Hz，PGA 增益 =24 倍） |
| N 线电流通道等效输入噪声 | | | 458.4 | $nV/\sqrt{Hz}$ | 单边带噪声 （测于 50Hz，PGA 增益 =1 倍） |
| 电压通道等效输入噪声 | | | 458.4 | $nV/\sqrt{Hz}$ | 单边带噪声 （测于 50Hz，PGA 增益 =1 倍） |
| 每通道的总谐波失真 THD | 80 | | | dB | 25 ℃，PGA 增益 =1 倍，500mVrms 输入信号 |
| 无功电能计量带宽 | | 4 | | KHz | |
| 有功电能计量带宽 | | 4 | | KHz | |
| 电流电压有效值测量带宽 | | 4 | | KHz | |
| 测量量测量误差 | | | ± 0.5 | % | |
| **模拟输入** | | | | | |
| L 线电流通道的差分输入范围 | 5μ | | 25m | Vrms | PGA 增益 =24 倍 |
| N 线电流通道的差分输入范围 | 120μ | | 600m | Vrms | PGA 增益 =1 倍 |
| 电压通道的差分输入范围 | 120μ | | 600m | Vrms | PGA 增益 =1 倍 |
| L 线电流通道的输入阻抗 | | 1 | | KΩ | |
| N 线电流通道的输入阻抗 | | 50 | | KΩ | |
| 电压通道的输入阻抗 | | 50 | | KΩ | |
| L 线电流通道的直流失调 | | | 0.02 | mV | PGA 增益 =24 倍 |
| N 线电流通道的直流失调 | | | 0.02 | mV | PGA 增益 =1 倍 |
| 电压通道的直流失调 | | | 0.02 | mV | PGA 增益 =1 倍 |
| **基准** | | | | | |
| 片上基准 （90E21/22） | 1.218 | 1.258 | 1.298 | V | L 线电流通道和电压通道开启 |
| 片上基准 （90E23/24） | 1.127 | 1.178 | 1.230 | V | L 线 /N 线电流通道、电压通道同时开启 |
| 基准电压温度系数 | | ± 15 | ± 40 | ppm/℃ | |
| **时钟** | | | | | |
| 晶体或外接时钟 | | 8.192 | | MHz | 晶体或外接时钟的准确度优于± 100ppm |
| **SPI 接口** | | | | | |
| SPI 接口比特率 | 200 | | 160k | bps | |
| **脉冲宽度** | | | | | |
| CFx 脉冲宽度 | | 80 | | ms | 当 T ≥ 160ms 时，为 80ms ； 当 T<160ms 时，为 0.5T。参见章节 6.6。 |
| **静电放电** | | | | | |
| 机器放电模式 （MM） | 400 | | | V | JESD22-A115 |
| 充电器件放电模式 （CDM） | 1000 | | | V | JESD22-C101 |
| 人体放电模式 （HBM） | 4000 | | | V | JESD22-A114 |
| Latch Up | | | ± 100 | mA | JESD78A |
| Latch Up | | | 4.95 | V | JESD78A |

| 运行条件 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| AVDD，模拟电源 | 2.8 | 3.3 | 3.6 | V | 3.0V 到 3.6V 范围内保证准确度 |
| DVDD，数字电源 | 2.8 | 3.3 | 3.6 | V | 3.0V 到 3.6V 范围内保证准确度 |
| $I_{AVDD}$，模拟电流（90E21/22） | | 3.00 | | mA | L 线电流通道和电压通道开启 |
| $I_{AVDD}$，模拟电流（90E23/24） | | 3.75 | | mA | L 线 /N 线电流通道、电压通道同时开启 |
| $I_{DVDD}$，数字电流 | | 2.75 | | mA | VDD=3.3V |
| 直流特性 | | | | | |
| 数字输入高电平（除 OSCI 外所有数字输入引脚） | 2.0 | | VDD+2.6 | V | VDD=3.3V ± 10%, |
| 数字输入高电平（OSCI） | 2.0 | | VDD+0.3 | V | VDD=3.3V ± 10% |
| 数字输入低电平 | | | 0.8 | V | VDD=3.3V ± 10% |
| 数字输入漏电流 | | | ± 1 | μA | VDD=3.6V， VI=VDD or GND |
| 数字输出低电平（CF1，CF2） | | | 0.4 | V | VDD=3.3V， $I_{OL}$=10mA |
| 数字输出低电平（IRQ，WarnOut，ZX，SDO） | | | 0.4 | V | VDD=3.3V， $I_{OL}$=5mA |
| 数字输出高电平（CF1，CF2） | 2.4 | | | V | VDD=3.3V， $I_{OH}$=-10mA |
| 数字输出高电平（IRQ，WarnOut，ZX，SDO） | 2.4 | | | V | VDD=3.3V， $I_{OH}$=-5mA |
| 数字输出低电平（OSCO） | | | 0.4 | V | VDD=3.3V， $I_{OL}$=1mA |
| 数字输出高电平（OSCO） | 2.4 | | | V | VDD=3.3V， $I_{OH}$=-1mA |

## 6.2 SPI 接口时序

SPI 接口的时序特征详见图 -10，图 -11，表 -12。

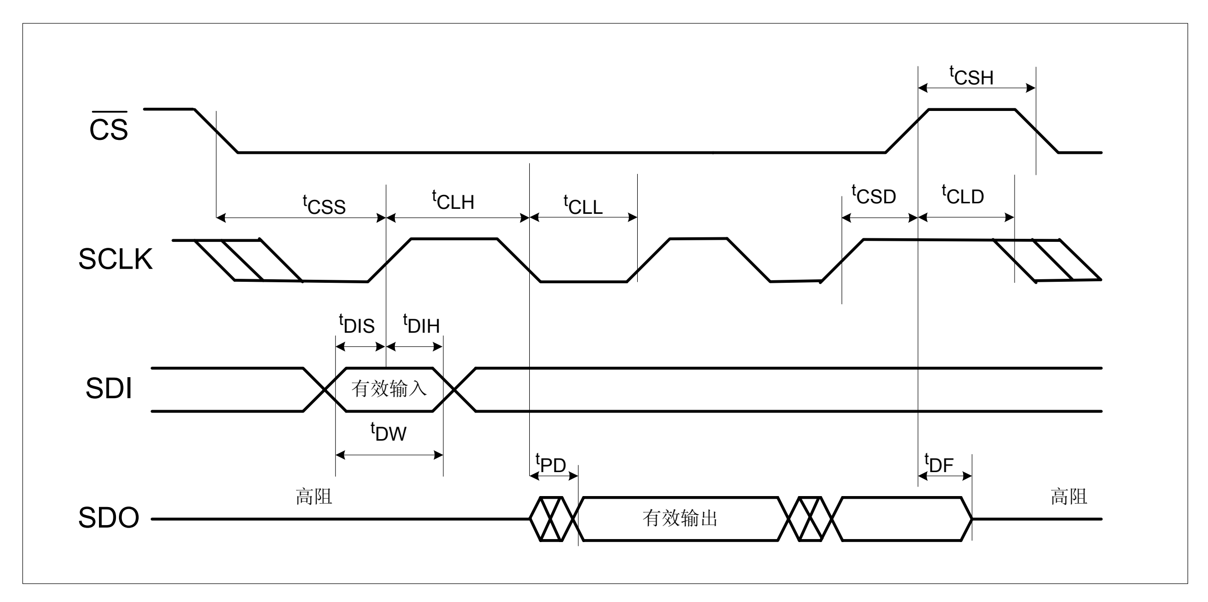



*图 -10 4 线 SPI 时序图*

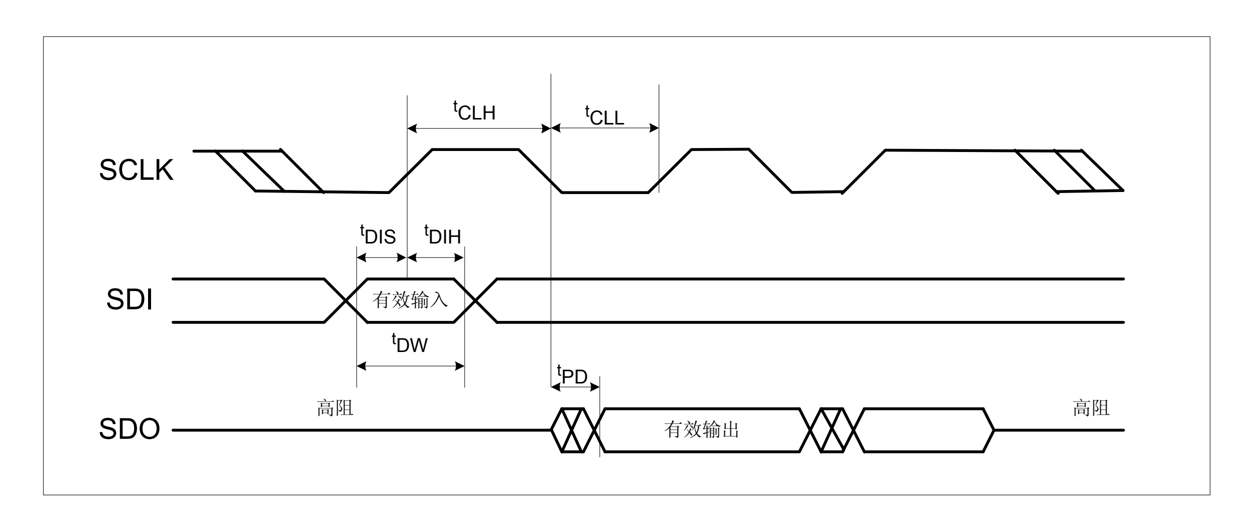



*图 -11 3 线 SPI 时序图*

表 -12 SPI 时序特征

| 符号 | 描述 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|
| $t_{CSH}$[1] | 最小 $\overline{CS}$ 高电平时间 | $30T^2+10$ | | ns |
| $t_{CSS}$[1] | $\overline{CS}$ 建立时间 | 3T+10 | | ns |
| $t_{CSD}$[1] | $\overline{CS}$ 保持时间 | 30T+10 | | ns |
| $t_{CLD}$[1] | 时钟解除时间 | 1T | | ns |
| $t_{CLH}$ | 时钟高电平时间 | 30T+10 | | ns |
| $t_{CLL}$ | 时钟低电平时间 | 16T+10 | | ns |
| $t_{DIS}$ | 数据建立时间 | 3T+10 | | ns |
| $t_{DIH}$ | 数据保持时间 | 22T+10 | | ns |
| $t_{DW}$ | 最小数据宽度 | 30T+10 | | ns |

表 -12 SPI 时序特征 （续）

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $t_{PD}$ | 输出延时 | 14T | 15T+20 | ns |
| $t_{DF}$[1] | 输出解除时间 | | 16T+20 | ns |
| 注 1：3 线 SPI 不适用；<br>注 2：T 代表 SCLK 时钟周期。T= 1/8.192MHz = 122ns。(4 线 SPI 典型值） | | | | |

## 6.3 上电复位时序

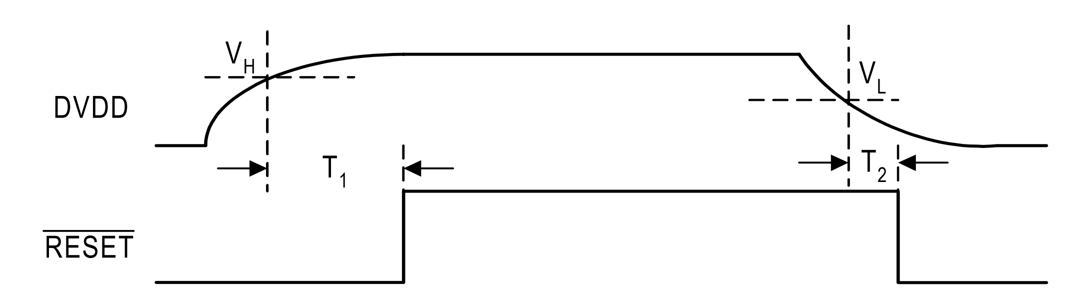



*图 -12 上电复位时序图*

表 -13 上电复位参数

| 符号 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|
| $V_H$ | 上电触发电压 | 2.47 | 2.6 | 2.73 | V |
| $V_L$ | 断电触发电压 | 2.185 | 2.3 | 2.415 | V |
| $V_H$-$V_L$ | 滞回电压差 | 0.285 | 0.3 | 0.315 | V |
| $T_1$ | 上电后延时 | 5 | | | ms |
| $T_2$ | 断电后延时 | 10 | | | µs |

## 6.4 过零信号时序

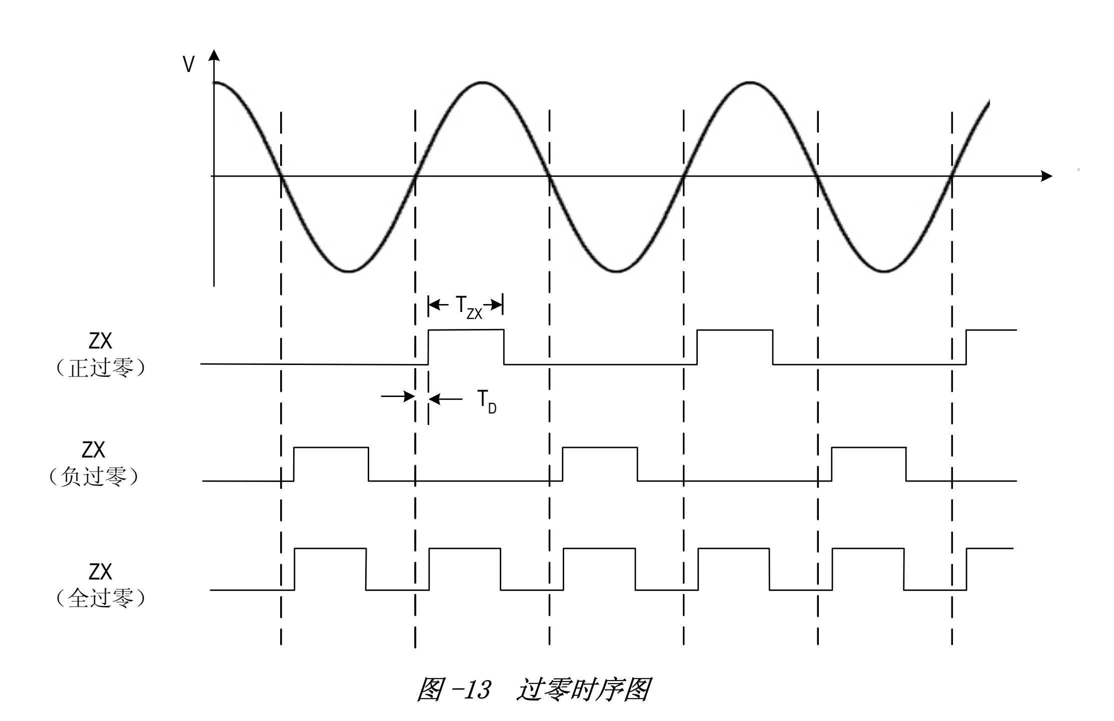



*图 -13 过零时序图*

表 -14 过零信号参数

| 符号 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|
| $T_{ZX}$ | 高电平宽度 | | 5 | | ms |
| $T_D$ | 延时 | | | 0.5 | ms |

## 6.5 失压时序

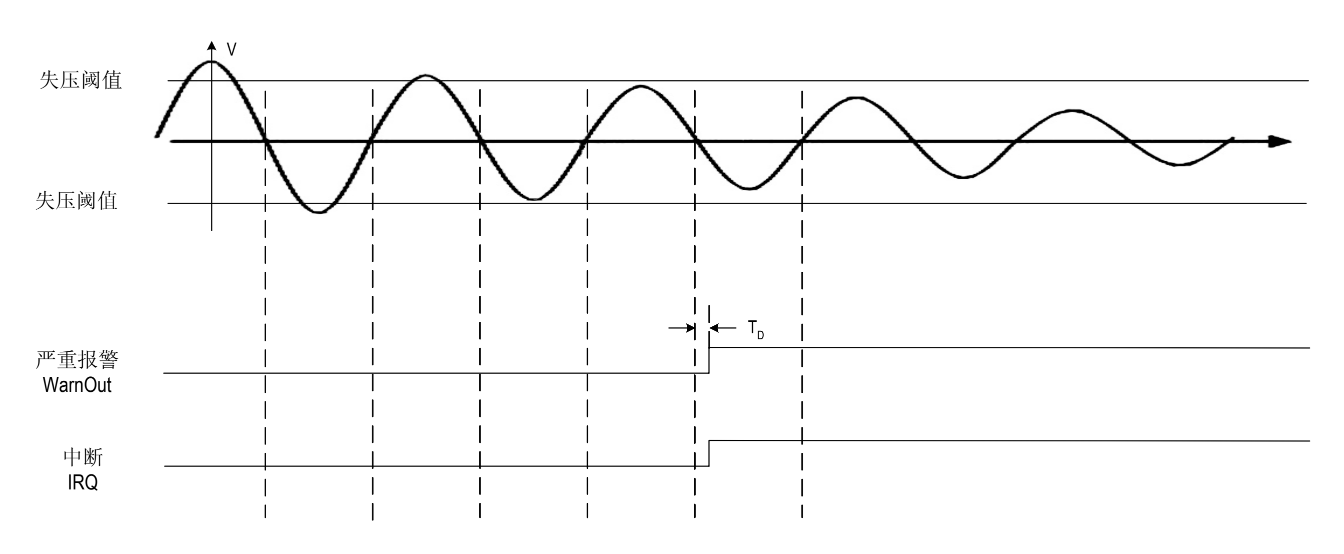



图 -14 失压时序图

表 -15 失压参数

| 符号 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|
| $T_D$ | 延时 | | | 0.5 | ms |

## 6.6 脉冲输出

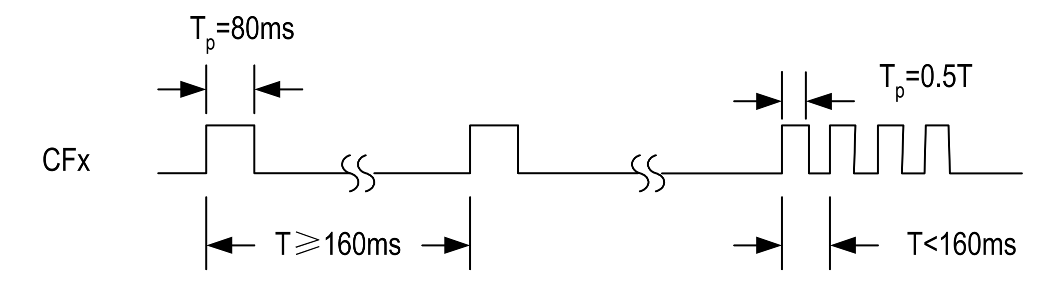


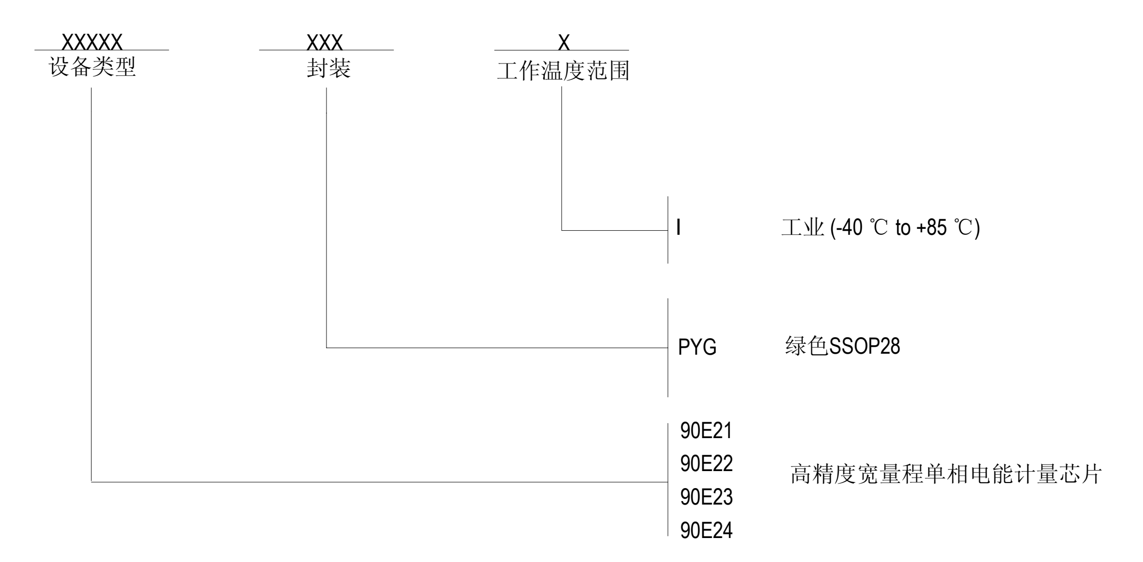

图 -15 脉冲输出宽度

## 6.7 极限参数和热特性

| 参数 | 最大极限 |
|---|---|
| AVDD 到 AGND 的相对电压 | -0.3V ～ 3.7V |
| DVDD 到 DGND 的相对电压 | -0.3V ～ 3.7V |
| 模拟输入电压（I1P，I1N，I2P，I2N，VP，VN） | -0.3V ～ VDD |
| 数字输入电压 | -0.3V ～ VDD+2.6V |
| 工作温度范围 | -40 ～ 85 ℃ |
| 最高结温 | 150 ℃ |

| 封装类型 | 热阻 $\theta_{JA}$ | 单位 | 条件 |
|---|---|---|---|
| 绿色 SSOP28[1] | 63.2 | ℃ /W | 无气流 |
| 注 1：参见 http://www.idt.com/?app=packaging&partID=90E21PYGI&packageID=PYG28&mktseg=IDT | | | |

# 订货信息




# 修改历史记录

2010 年 9 月 2 日　第 6、14、24、25、30、31、35、46、47、50、51、52、53 页



*公司总部*
6024 Silver Creek Valley Road
San Jose, CA 95138
www.idt.com

*销售*
86-21-64958900

*技术支持:*
86-21-64958900
email:powermeterhelp@idt.com